



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Sofia Sthel Silva
A PRODUÇÃO DA AGROENERGIA PELA AGRICULTURA FAMILIAR: UMA
ABORDAGEM SWOT

Rio de Janeiro
2022

Sofia Sthel Silva

A PRODUÇÃO DA AGROENERGIA PELA AGRICULTURA FAMILIAR: UMA
ABORDAGEM SWOT

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao Instituto
de Economia da Universidade
Federal do Rio de Janeiro como
exigência para obtenção do
título de Bacharela em
Ciências Econômicas.

Orientador: Professor Dr. João
Felippe Marinho Mathias Cury

CIP - Catalogação na Publicação

S681p Sthel Silva, Sofia
A produção da agroenergia pela agricultura familiar: uma abordagem SWOT / Sofia Sthel Silva. - Rio de Janeiro, 2022.
53 f.

Orientador: João Felipe Marinho Mathias Cury.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Bacharel em Ciências Econômicas, 2022.

1. agroenergia. 2. biogás. 3. agricultura familiar. 4. transição energética. I. Marinho Mathias Cury, João Felipe, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

SOFIA STHEL SILVA

A PRODUÇÃO DA AGROENERGIA PELA AGRICULTURA FAMILIAR: UMA ABORDAGEM
SWOT

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto de Economia da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do
título de Bacharela em Ciências Econômicas.

Rio de Janeiro, 16 de agosto de 2022.

JOÃO FELIPPE CURY MARINHO MATHIAS - Presidente

Professor Dr. do Instituto de Economia da UFRJ

GUSTAVO SIMAS PEREIRA

Professor Dr. do IFRJ

ROBERTA SOUZA BRUNO CHAGAS

Mestra em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento pela UFRJ

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à minha família. Em especial, aos meus pais, Sandro e Josiane – que sempre incentivaram a minha educação com todo o prazer, me ofereceram palavras de apoio e me apresentaram referências culturais que são muito importantes para mim – e à minha irmã, Roberta, por estar ao meu lado em todos os momentos, por ser a razão do meu orgulho e por me compreender tanto. Sou grata também ao meu professor orientador, João Felipe Cury, por me incentivar e auxiliar prontamente e por me proporcionar a incrível oportunidade de apresentar essa pesquisa em congresso, experiência da qual nunca me esquecerei.

Agradeço também aos meus amigos, pessoas que admiro e amo. Às amigas do Instituto de Economia, meninas incríveis e talentosas que muito me inspiram. Aos meus amigos do Colégio Pedro II, muitos dos quais mantenho contato e muito me apoiaram nessa jornada. Do colégio, também guardo com carinho o legado que deixaram em minha vida as professoras Marta Rodrigues (Martinha), pela qual nutro uma relação de afeto e entusiasmo pela literatura, e Cristiane Adiala (Cris), que em suas explanações brilhantes sobre geografia política me inspirou a querer cursar Economia.

Por fim, agradeço ao Grupo de Economia do Meio Ambiente (GEMA/IE/UFRJ) pelo acolhimento e pelas ideias inspiradoras, bem como ao Instituto de Economia em si ao seu corpo docente, por todos os ensinamentos.

O segredo da vida é o solo, porque do solo dependem as plantas, a água, o clima e nossa vida. Tudo está interligado. Não existe ser humano sadio se o solo não for sadio.

(Ana Maria Primavesi, engenheira agrônoma)

RESUMO

A presente pesquisa tem o intuito de evidenciar a produção da agroenergia pela agricultura familiar como uma iniciativa sustentável e socialmente eficiente tanto no que diz respeito à produção energética quanto da perspectiva do desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Para tal, o texto aborda forças, fraquezas, oportunidades e ameaças a esse tipo de iniciativa no âmbito de uma análise SWOT. Os resultados obtidos à luz da ferramenta apontam para o fato de que, apesar de possuir grande potencial de produção energética, geração de renda para agricultores familiares e mitigação de gases de efeito estufa (GEE), há obstáculos cruciais de um ponto de vista do arcabouço de políticas públicas para que esse potencial seja devidamente aproveitado. Além disso, conclui-se também que as recentes iniciativas de incentivo à produção de biogás a nível nacional devem contemplar as problemáticas que abarcam esse tipo de geração energética, e o papel da agricultura familiar – especialmente associada a cooperativas – é fundamental para que isso se concretize.

Palavras-chave: agroenergia; agricultura familiar; transição energética

ABSTRACT

This research aims to highlight the production of agroenergy by family farming as a sustainable and socially efficient initiative both in terms of energy production and development of sustainable agriculture. For that purpose, the text addresses strengths, weaknesses, opportunities and threats to this type of initiative within the scope of a SWOT analysis. The results obtained in the light of the tool point to the fact that, despite having great potential for energy production, income generation for family farmers and mitigation of greenhouse gases (GHG), there are crucial obstacles from a public policy framework point of view so that this potential is properly availed. In addition, the research also concludes that recent initiatives to encourage the production of biogas at national level must address the problems that encompass this type of energy generation, and the role of family farming - especially associated with cooperatives - is fundamental for the materialization of these goals.

Key words: agroenergy; family farming; energy transition

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1. CAPÍTULO I: MATERIAL E MÉTODOS	13
1.1. <i>Análise SWOT</i>	13
1.2. <i>Potencial da produção de biogás pela agricultura familiar</i>	15
1.3. <i>Estudos de caso e revisão bibliográfica</i>	17
1.4. <i>Considerações finais</i>	20
2. CAPÍTULO II: FORÇAS E OPORTUNIDADES	22
2.1. Forças	22
2.1.1. <i>O potencial energético e produtivo</i>	23
2.1.2. <i>Políticas Públicas: O Plano ABC</i>	24
2.1.3. <i>Estudos de caso: a produção de agroenergia pela agricultura familiar</i>	25
2.1.3.1. <i>O Projeto Condomínio de Agroenergia de Agricultura Familiar, CAAF, de Ajuricaba</i> ..	26
2.1.3.2. <i>Geração energética na fazenda Colombari, Paraná</i>	27
2.1.3.3. <i>A Associação Agrícola de São Carlos (Aasca), Porto Xavier, RS</i>	28
2.1.3.4. <i>O Centro de Formação e Produção de Alimentos e Bioenergia São Francisco de Assis – Santa Cruz do Sul-RS</i>	29
2.1.3.5. <i>A tecnologia do biodigestor sertanejo</i>	30
2.2. Oportunidades	33
2.2.1. <i>Iniciativas recentes a nível nacional</i>	33
2.2.1.1. <i>O Programa Metano Zero e o estímulo do setor privado</i>	33
2.2.1.2. <i>O projeto de lei 3865/2021</i>	34
2.2.2. <i>Iniciativas recentes na região Sul</i>	35
2.2.2.1. <i>Santa Catarina</i>	35
2.2.2.2. <i>Paraná</i>	36
2.2.2.3. <i>Rio Grande do Sul</i>	36
2.3. <i>Considerações finais</i>	37
3. CAPÍTULO III: Fraquezas (W) e Ameaças (T)	39
3.1. Fraquezas	39
3.1.1. <i>O potencial não utilizado diante de uma crise climática</i>	39
3.1.2. <i>Desafios regulatórios e de política pública</i>	42
3.1.3. <i>Desafios ao desenvolvimento de iniciativas existentes</i>	44
3.2. Ameaças	45
3.2.1. <i>O escopo das políticas públicas e do investimento privado</i>	45
3.3. <i>Considerações finais</i>	47
CONCLUSÃO	48

Referências bibliográficas:	50
--	----

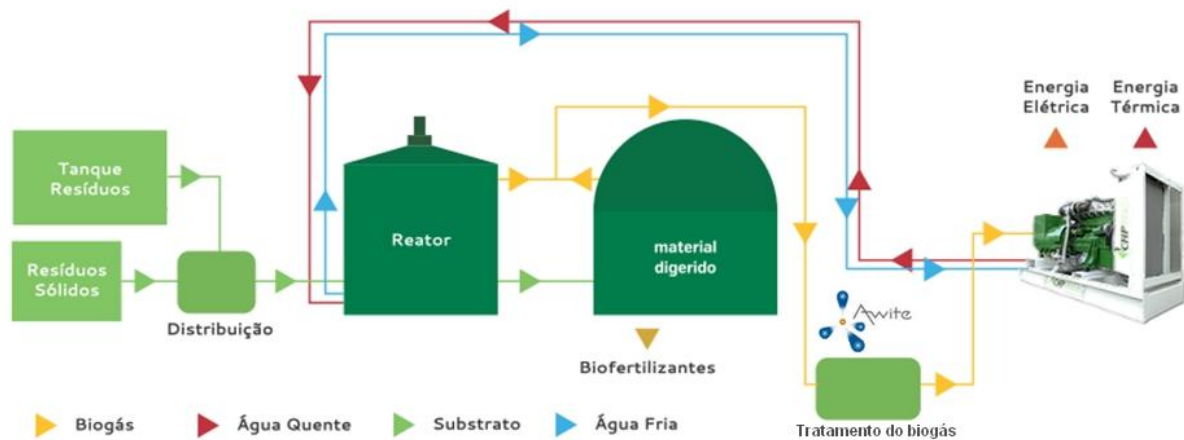
INTRODUÇÃO

A bioenergia consiste na geração de energia térmica e elétrica a partir de biomassa - isto é, trata-se da conversão de resíduos orgânicos, como dejetos animais, vegetais e de esgoto em energia renovável. O foco da presente pesquisa está nesse tipo de produção energética no contexto rural: a agroenergia. O biogás é um dos exemplos mais comuns desse tipo de energia, sendo produzido a partir da digestão anaeróbia de resíduos orgânicos em biodigestores. A partir da cana-de-açúcar (da qual pode se extrair açúcar e álcool) e da soja (da qual se extrai óleo vegetal) também é possível produzir, respectivamente, etanol e biodiesel, outros dois biocombustíveis como o biogás. Outros óleos vegetais também podem ser utilizados (o do dendê, da canola e do girassol, por exemplo), porém são menos comuns no Brasil. As usinas de biogás que digerem estrume são categorizadas como usinas de biogás agrícola, e geralmente co-digerem estrume e outros resíduos orgânicos adequados, muitos deles de origem agrícola também.

Pela tecnologia disponível para a produção de biogás, ele pode ser produzido em grande, média e pequena escala. A geração distribuída em pequena escala ainda tem a vantagem de promover maior autonomia energética regional e menores impactos ambientais. É importante também ressaltar que um subproduto dessa produção é o biofertilizante, central para redução do uso de insumos químicos que contribuem para a geração de GEE no campo e, portanto, para a redução da emissão de GEE no que tange o manejo do solo em atividades agrícolas (Mathias, 2014).

A produção dessa agroenergia, portanto, contribui para os pilares ambiental, socioeconômico e energético no contexto agrícola. Isso porque, além de ser uma fonte de energia renovável - uma vez os animais continuarão produzindo esterco e resíduos de plantio continuarão a ser gerados - o biogás é também acessível, uma vez que é compatível com a geração distribuída. Sendo assim, a lógica produtiva do biogás e de outros biocombustíveis é capaz de gerar redução de desigualdades, pois essa produção pode ser feita por pequenos agricultores e ser vendida na rede, de modo a gerar renda para os mesmos - o que engatilha um efeito multiplicador para a economia local como um todo. A produção de biogás também vai na direção de uma ação contra a mudança global do clima, uma vez que auxilia na redução de GEE e preservação de lençóis freáticos e do solo, que seriam contaminados com resíduos e chorume.

Figura 1: Processo de geração do biogás



Fonte: <https://chpbrasil.com.br/biogas>

Essa dinâmica de geração de valor a partir do que poderia ser lixo deixa evidente o papel da produção de agroenergia pela agricultura familiar na agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável da ONU. Prospera diretamente no caminho das ODS's (objetivos de desenvolvimento sustentável): 7 (energia limpa e acessível) e 10 (redução de desigualdades) e 13 (ação contra a mudança global do clima).

É de grande importância apontar a relevância, especificamente, de agricultores familiares organizados em cooperativas, condomínios e sítios nessa dinâmica. Como será evidenciado na seção XXX, relativa às forças no âmbito da SWOT analisada, e no capítulo de *Materiais e Métodos*, a produção energética de agroenergia nesse tipo de organização produtiva é eficiente não só no que diz respeito à sustentabilidade, mas a novas perspectivas de participação na produção energética – nesse caso, viabilizando a autonomia de produtores e consumidores e incentivando técnicas sustentáveis de cultivo associadas à produção de biocombustíveis.

Tendo em vista o escopo apresentado, o objetivo do trabalho é evidenciar, através de uma abordagem SWOT, um *overview* dos principais fatores que agregam a produção da agroenergia no Brasil e na região Sul do país, como será discutido, de maneira a indicar a agricultura familiar como um ponto central nessa dinâmica. Mais especificamente, a pesquisa busca demonstrar, através da bibliografia referenciada e de estudos de caso, a relevância da organização de agricultores familiares em cooperativas para que a lógica da produção de biocombustíveis seja não somente renovável, mas também sustentável e socialmente proveitosa.

A maior parte dos estabelecimentos agropecuários associados a cooperativas se encontra no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A região Sul será comumente referida na presente pesquisa como um exemplo não somente de produção de biogás no país e de construção de políticas públicas e desenvolvimento tecnológico para a geração do mesmo, mas de pioneirismo no que diz respeito à geração da agroenergia em cooperativas rurais familiares. Para ilustrar a relevância e o poder de exemplo da região nesse sentido, a pesquisa calcula o potencial de geração energética a partir do biogás na região e se utiliza de estudos de caso presentes na mesma, bem como ilustra algumas iniciativas institucionais delineadas nos três estados no Sul para o desenvolvimento do biogás.

Por conta desse potencial de transformação social e produção sustentável, o presente trabalho pretende analisar, especificamente, o desenvolvimento dessa agroenergia por agricultores familiares - com foco, quando possível, na organização da agricultura familiar em cooperativas. Através da utilização de uma matriz SWOT, o texto se debruça sobre os principais fatores que permeiam a geração energética nesse âmbito pela lógica da organização desses fatores em: forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. Dessa maneira, como será elucidado no capítulo de *Materiais e Métodos*, serão avaliados os principais aspectos relativos ao tema de um ponto de vista interno, contemplando iniciativas e processos que já estão dadas, e externo, de modo a abarcar fatores conjunturais e dinâmicos.

1. CAPÍTULO I: MATERIAL E MÉTODOS

Nesse capítulo, serão demonstrados os mecanismos metodológicos a serem empregados no desenvolvimento da presente pesquisa. Na seção **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, é apresentada a ferramenta utilizada para a exploração do tema proposto: a análise SWOT. Os capítulos seguintes (capítulo 2 e capítulo 3) estão organizados de modo a levar em consideração o desenvolvimento metodológico da ferramenta proposta nessa seção. A seção 1.2 se utiliza da estatística descritiva para evidenciar o potencial de produção de biogás pela agricultura familiar. A exposição acerca da relevância de estudos de caso para a presente pesquisa, bem como as referências bibliográficas utilizadas para o capítulo 1, são expostas na seção 1.3. Por fim, é apresentada a seção 1.4, sintetizando as abordagens tratadas neste capítulo.

1.1. Análise SWOT

O cerne do processo metodológico utilizado na presente pesquisa se dá a partir de uma análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) - forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, em português brasileiro. Trata-se de uma ferramenta estratégica da qualidade que possibilita a investigação de setores, temas, instituições, etc. com fundamento em quatro alicerces: dois dizem respeito a forças e fraquezas - estão relacionados a fatores internos que permeiam a problemática em questão - e os outros dois dizem respeito a oportunidades e ameaças - estão relacionados a fatores externos que permeiam a problemática em questão, isto é, há menor ou nenhuma possibilidade de controle sobre esses fatores. Nessa pesquisa, a análise SWOT é utilizada como linha de base para apresentar os principais fatores que permeiam o desenvolvimento de sistemas de biogás no meio rural brasileiro, com foco na região Sul do país e em agricultores organizados em cooperativas e condomínios.

Originalmente, a SWOT teria se originado no início da década de 1950 na Harvard Business School para analisar estudos de caso propostos pelos professores George Albert Smith Jr. e C Roland Christensen acerca de estratégias organizacionais. Outros estudiosos sugerem que a análise SWOT se originou na década de 1960 e foi desenvolvida por Albert Humphrey na Stanford Research Institute, com o objetivo principal de analisar empresas da Fortune 500 e, a partir das conclusões e reflexões obtidas, desenvolver um novo sistema de gerenciamento e controle de mudanças (Benzaghta *et al.*, 2021). De todo modo, os primeiros casos de uso da ferramenta voltavam-se predominantemente para o planejamento estratégico de empresas. Contudo, a ideia de um modelo que pudesse integrar essa dinâmica de fatores

limitantes/motivadores nos âmbitos interno/externo para oferecer uma perspectiva global diante de um quadro acabou por não se limitar somente a esse panorama produtivo empresarial.

Há diversos casos de pesquisas com foco em agricultura e soluções para o seu desenvolvimento sustentável à luz da técnica de análise de SWOT, e o mesmo é verdade para pesquisas com foco em transição energética¹. Uma vez que esses temas sejam permeados por uma série de variáveis não somente técnicas, como também socioeconômicas e legislativas, o uso da ferramenta com o fim de colocar em perspectiva estado temático atual e traçar panoramas para o desenvolvimento sustentável pode ser muito eficiente.

No âmbito da transição energética, o estudo *Renewable energy in eastern Asia: Renewable energy policy review and comparative SWOT analysis for promoting renewable energy in Japan, South Korea, and Taiwan* (CHEN; KIM; YAMAGUCHI, 2014), concebe a problemática da dependência de combustíveis importados do Japão, Coreia do Sul e Taiwan e examina a elaboração de políticas e roteiros para o desenvolvimento sustentável desses países. A pesquisa compara os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças (SWOT) no contexto do avanço das políticas e tecnologias de energia renovável e da expansão das instalações domésticas para esse fim. Por meio da análise SWOT, o artigo identifica uma capacidade de implantação adicional de energia renovável e destaca a necessidade de maior cooperação entre os três países para fortalecer seus setores de energia renovável.

No que diz respeito à agricultura sustentável, artigos como os de Sugiarto (2017) *apud* Benzaghta *et al.* (2021), que estudou o potencial estratégico da vermicompostagem² na província de Kermanshah, no Irã, e de Zhang *et al.* (2019) *apud* Benzaghta *et al.* (2021), que estudaram inovações em serviços financeiros para impulsionar o desenvolvimento de marcas de produtos agrícolas na província de Jilin, na China se utilizam da análise SWOT para colocar em perspectiva potenciais e desafios dessas tecnologias emergentes. Os resultados dessas pesquisas trouxeram implicações úteis não somente para os formuladores de políticas agrícolas, mas também para os agricultores que buscam fontes diversificadas de renda.

Um outro estudo relevante a ser citado para o tema é o relatório desenvolvido pela IEA Bioenergy em 2021 (BLAIR; GAGNON; KLEIN, 2021), que documenta trinta e sete estudos

¹ Por “transição energética”, entende-se “o caminho para a transformação do setor energético global de base fóssil para carbono zero na segunda metade deste século. Em seu cerne está a necessidade de reduzir as emissões de CO₂ relacionadas à energia para limitar as mudanças climáticas”. Veja em: <<https://www.irena.org/energytransition>>

² “A minhocultura ou vermicompostagem é o processo de reciclagem de resíduos orgânicos por meio da criação de minhocas, sendo uma importante alternativa para resolver economicamente e ambientalmente os problemas dos dejetos orgânicos”. Veja em: <

de caso de melhores práticas em 18 nações para melhor entender como as cadeias de fornecimento de biomassa podem ser implementadas a fim de apoiar a produção de bioenergia (ou agroenergia) e contribuir para os ODS da ONU. Para cada estudo de caso, o relatório apresenta – além de políticas e mecanismos utilizados nos projetos – uma análise SWOT. Dentre os casos analisados, três abarcam o Brasil. A SWOT auxilia não somente na identificação de particularidades dos projetos, mas de particularidades da conjuntura nacional, de modo a ser possível identificar como esses fatores interagem. No contexto brasileiro, uma análise que compreenda esse tipo de problemática é crucial.

Esses são apenas alguns exemplos de como o uso análise SWOT é capaz de auxiliar diagnósticos dos obstáculos e potencialidades no que tange questões pertinentes à presente pesquisa. Especialmente ao se levar em conta o fato de que a produção de biogás no Brasil encontra-se num *momentum* em que novas perspectivas, políticas e estudos são realizados – como será tratado nos capítulos 2 e 3 – a aplicação da SWOT pode servir como uma ferramenta para auxiliar tanto agricultores quanto formuladores de políticas a melhor compreender as possibilidades que esse cenário lhes oferece.

1.2. Potencial da produção de biogás pela agricultura familiar

Com o intuito de definir o potencial da produção de biogás por parte da agricultura familiar, utiliza-se uma metodologia de cálculo que determina, com base no total de cabeças (animais) analisados, a quantidade de biogás produzido diariamente em termos de m³. O foco da pesquisa é a região Sul do país, uma vez que a localidade contém uma quantidade relevante de condomínios no contexto de estabelecimentos familiares rurais – 42%, como será demonstrado na Tabela 1. A literatura analisada também reforça a pertinência da região Sul e da organização em condomínios para essa análise (Alves *et al.*, 2014)

De acordo com o Censo Agropecuário Brasileiro, o número total de agricultores familiares no Brasil é de 3.897.408. Considerando a atividade pecuária, é possível calcular a produção de biogás a partir de dejetos tratados em digestores anaeróbios.

Tabela 1. Condição legal dos produtores. Estabelecimentos familiares. Região Sul. Brasil, 2017.

Estado	Estabelecimentos familiares (total)	Condomínios	(%)
---------------	--	--------------------	------------

Paraná	228,888	84,824	37%
Santa Catarina	142,987	63,862	45%
Rio Grande do Sul	293,892	131,869	45%
Total	665,767	280,555	42%

Fonte: IBGE, 2017

A tabela 1 demonstra a relevância da organização em condomínios no contexto de estabelecimentos familiares rurais na região Sul do país. A tabela 2, por sua vez, também apresenta o número de estabelecimentos familiares na região Sul, porém segundo a atividade principal (pecuária). O número total está próximo de 1,2 milhão de estabelecimentos.

Tabela 2. Estabelecimentos familiares pecuários. Região Sul. Brasil, 2017.

<i>Pecuária</i>	Paraná	Santa Catarina	Rio Grande do Sul	Região
	<i>Estabelecimentos familiares</i>			
Bovinos	129.846	106.462	212.568	448.876
Suínos	92.794	67.537	157.699	318.030
Aves	130.460	91.475	205.269	427.204
Total	353.100	265.474	575.536	1.194.110

Fonte: IBGE (2017).

A análise se baseia na combinação de dados coletados por meio do Censo Agropecuário de 2017 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e na metodologia de Mathias (2014) por meio de uma abordagem de estatística descritiva. A fórmula utilizada para esse cálculo é a seguinte:

$$BP_t = NH \times DM \times E_t$$

Onde:

BP_t = potencial teórico de biogás ao longo do tempo (m^3/CH_4)

t = tempo (produção diária)

NH = número de cabeças (unidades)

DM = esterco seco (kg/dia)

E_t = coeficiente para converter um determinado resíduo (esterco seco do animal) em biogás (m^3/CH_4)

Os resultados obtidos a partir da utilização desses dados serão apresentados no capítulo 2, que aborda as forças e oportunidades (S e O, nos alicerces da matriz SWOT) do desenvolvimento da agroenergia pela agricultura familiar, na seção 2.1., referente às forças. Isso porque o potencial de produção de biogás oriundo dos dejetos animais é uma força no Brasil, como será demonstrado, por conta do massivo volume da produção pecuária no país, inclusive suína e avícola, em especial na região Sul – como é explanado na tabela 2. A concentração na região Sul e o foco na agricultura familiar tornam a análise SWOT mais proveitosa e pertinente, uma vez que há a indicação de um recorte específico. Os dados apresentados na presente seção, bem como a argumentação da seção 1.3 evidenciam a motivação por trás do recorte específico escolhido (a agricultura familiar na região Sul) para tratar do desenvolvimento de sistemas agroenergéticos.

1.3. Estudos de caso e revisão bibliográfica

O potencial da produção de biogás em propriedades familiares no Brasil, em especial na região Sul, é comprovado a partir de dados do Censo Agropecuário de 2017 e dos citados potenciais de conversão. Com o intuito de explorar esse potencial para além de seu aspecto energético, no entanto, esta pesquisa lida com alguns estudos de caso que ilustram como essas iniciativas contribuem para o bem-estar dos agricultores e incentivam a sua própria replicabilidade. Além disso, os tipos de propriedades rurais em que se procura focar nos estudos de caso apresentados na pesquisa são aquelas que promovem projetos agroenergéticos coletivos, isto é, de produtores rurais organizados em sítios e condomínios com o objetivo de ganhar escala e se beneficiar de maneira coletiva das vantagens socioeconômicas oferecidas pela produção de biogás.

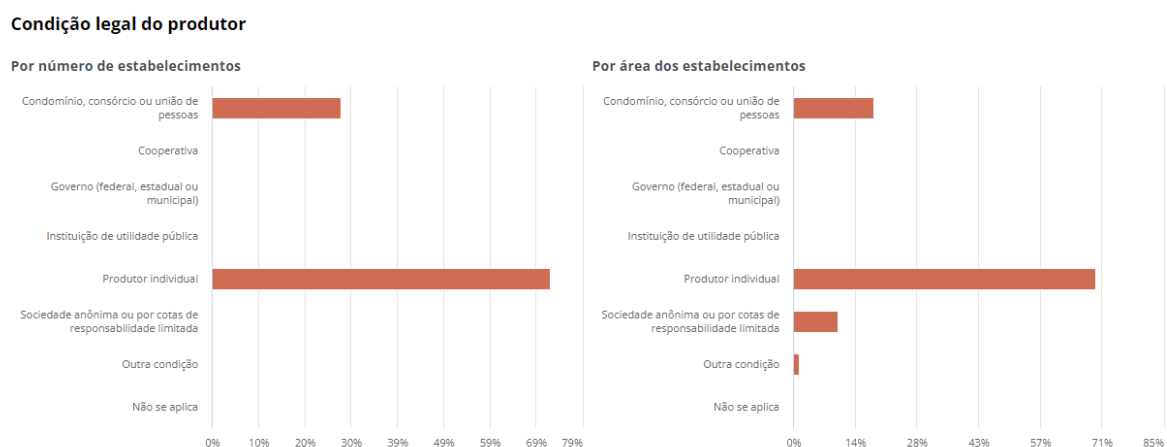
A utilização de estudos de caso na pesquisa se justifica pelo fato de que esse tipo de análise permite a investigação de fatores que não necessariamente são abordados numa escala macro, mas que podem ser profundamente significativas. Um dos casos de produção rural e familiar de biogás aos quais a pesquisa se dedica é o do condomínio Ajuricaba. O artigo de

Lofhagen *et al.* (2018) estuda esse condomínio de agroenergia se utilizando dos métodos MICMAC, SWOT e entrevistas individuais com a finalidade de identificar as principais motivações dos agricultores para participar do projeto. Os resultados do artigo demonstram a importância dada a aspectos ambientais – como a preservação contra a poluição e a higienização das instalações – e econômicos – como a geração de energia, biofertilizante e a independência em relação ao GLP – por parte dos agricultores.

Uma outra constatação nada trivial que pode ser averiguada a partir do artigo citado é a relevância de organizações agroenergéticas rurais coletivas no que diz respeito ao aumento da segurança energética para a comunidade e na contribuição para uma matriz energética mais limpa de um ponto de vista não somente estadual, mas nacional. A produção coletiva de biogás justifica-se por sua capacidade de diluir custos e propor trabalho cooperativo. Além disso, o modelo permite que esse tipo de produção seja replicado com menor custo e com tecnologias já conhecidas e consolidadas. Sendo assim, constata-se a interdisciplinaridade entre tecnologia, meio ambiente e sociedade que esse tipo de organização coletiva propõe (Lofhagen *et al.*, 2018).

Na figura 2, é possível observar que a organização de estabelecimentos rurais em condomínios, consórcios ou união de pessoas é atualmente a segunda categoria mais comum de condição dos produtores rurais.

Figura 2: Condição legal do produtor por número de estabelecimentos e por área dos estabelecimentos, 2017



fonte: Censo Agropecuário IBGE 2017³

³ https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html

O estudo de Nilsson (2022) coloca em perspectiva justamente o desenvolvimento de cooperativas agrícolas e os fatores institucionais que dialogam com as dinâmicas internas dessas cooperativas. Apesar do foco do artigo voltar-se para a Suécia – e para análises relativas à Teoria da Mudança Institucional – o texto contribui com algumas conclusões significativas para a presente pesquisa. Ao reiterar que “forças sociais” facilitam agricultores a mitigar falhas de mercado, o autor define que uma organização é uma cooperativa se os membros (a) se beneficiarem de seu papel como patronos, ou seja, são parceiros comerciais da empresa cooperativa; (b) governam a empresa; e (c) possuem propriedade.

Os estudos de caso demonstrados pela presente pesquisa contam com diversas parcerias, públicas e privadas. Como será demonstrado no capítulo 2, o desenvolvimento dessas cooperativas agroenergéticas colocam o agricultor em primeiro plano, de modo a possibilitar e capacitar famílias rurais não somente no que diz respeito à produção de energia elétrica a partir do biogás, mas também no tocante às escolhas e usos principais da energia e dos recursos adquiridos a partir da mesma. Por esse motivo escolheu-se abordar esses estudos de caso na presente pesquisa: os benefícios gerados por essas iniciativas - como aumento do bem-estar e geração de renda para o agricultor familiar, em especial na região Sul do país - são **forças** primordiais para o desenvolvimento de sistemas de biogás nas áreas rurais do país como um todo.

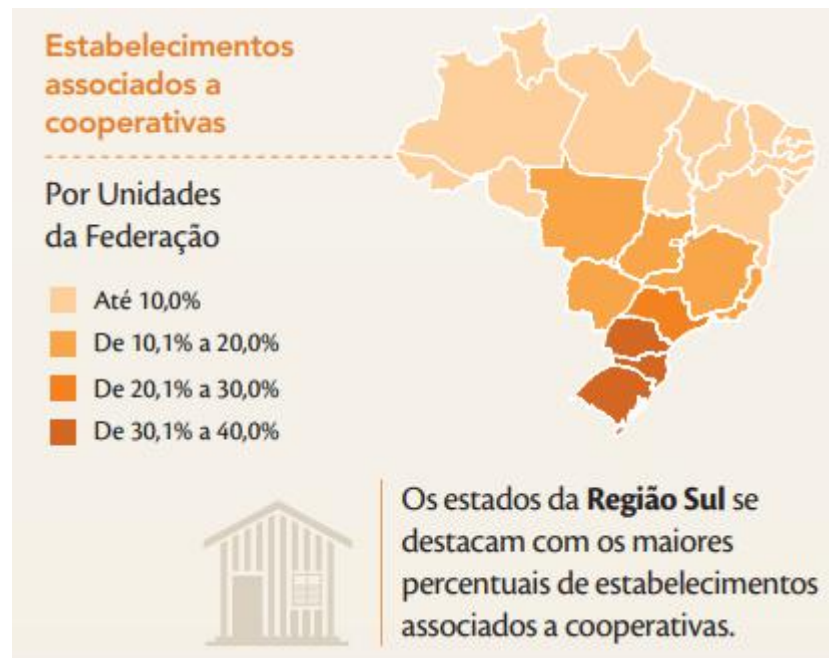
De uma perspectiva estrutural, é possível classificar o desenvolvimento de condomínios rurais familiares como uma nova configuração rural do agronegócio brasileiro (Filippi *et al.*, 2020). Esta nova iniciativa apresenta diversas vantagens: comercialização estratégica da produção, redução de custos logísticos, inclusão dos pequenos produtores na economia e, conseqüentemente, geração de renda para esses pequenos produtores e sua participação no mercado, além de maior poder de negociação com fornecedores e compradores. No contexto da produção de biogás, além da geração energética em si e comercialização da mesma, há também a geração do biofertilizante como um *output* crucial do processo. Sendo assim, a redução de custos e geração de renda para o pequeno agricultor - possibilitada pela organização coletiva em condomínios e fazendas - é potencializada, uma vez que se reduz a necessidade de adquirir fertilizantes convencionais e a produção agrícola é fortificada.

Para Wenningkamp e Schmidt (2016) *apud* Filippi *et al.* (2020), as organizações coletivas de comércio rural vêm ganhando destaque na última década. Tendo em vista que o foco da presente pesquisa é a geração de biogás por parte de agricultores familiares no país - em especial na região Sul - a apresentação de uma forma eficiente e benéfica de organização rural familiar é crucial. Os condomínios e fazendas coletivas representam a organização de

novas formas de ação coletiva que visam superar dificuldades e obter vantagens para o setor rural e, no contexto da produção de biogás, potencializam benefícios socioeconômicos que são intrínsecos a esse tipo de geração energética.

O número total de estabelecimentos associados a cooperativas no país é de 579,5 mil, isto é 11,4% de todos os estabelecimentos rurais do país. Esse número representa um aumento de 67,3% em relação ao número de estabelecimentos associados a cooperativas no Censo Agropecuário anterior (2006). A figura 3 demonstra como a maior parte desse tipo de estabelecimento se encontra na região Sul do país.

Figura 3: Estabelecimentos associados a cooperativas por Unidades da Federação, 2017



Fonte: Censo Agropecuário, 2017⁴

1.4. Considerações finais

A seção **Erro! Fonte de referência não encontrada.** do presente capítulo apresenta a principal ferramenta de análise a ser utilizada para o desenvolvimento argumentativo da presente pesquisa: a análise SWOT. Além de abordar o contexto histórico da técnica em questão, a seção expõe diferentes estudos que corroboram a aplicação da mesma em contextos que dizem

⁴ https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/cooperativas.pdf

respeito a temas como agricultura, transição energética e, também, uso da biomassa para produção de agroenergia – portanto, temas relevantes para a presente pesquisa.

Dados do Censo Agropecuário de 2017 e da literatura presente em Mathias (2014) são apresentados na seção 1.2 com o intuito de não somente apresentar a centralidade da região Sul e da agricultura familiar no desenvolvimento da agroenergia, mas de introduzir dados que serão utilizados no capítulo 2, que evidencia resultados que confirmam essa centralidade de modo a demonstrar o potencial energético de produção de biogás pela agricultura familiar na região Sul em m³/dia.

A escolha de abordagem do tema a partir do foco na agricultura familiar – e, nesse caso, em organizações coletivas como condomínios ou sítios – é reforçada novamente na seção 1.3 deste capítulo. A literatura apresentada aponta que esse tipo de organização coletiva tem o potencial de intensificar benefícios que já seriam gerados pela produção de biogás, uma vez que gera ganhos de escala para os agricultores envolvidos. Portanto, enquanto a seção **Erro! Fonte de referência não encontrada.** traz a abordagem através da qual a pesquisa é organizada, as seções 1.2 e 1.3 reforçam o foco metodológico e apresentam elementos que serão resgatados ao longo do desenvolvimento argumentativo da presente pesquisa.

Os capítulos seguintes abordarão, portanto, os critérios de análise apresentados no âmbito da análise SWOT. Portanto, a luz dessa ferramenta, o capítulo 2 tratará das forças e oportunidades (S e O) relativas ao desenvolvimento da agroenergia pela agricultura familiar, enquanto o capítulo 3 abordará as fraquezas e ameaças (W e T) relativas ao tema. Em ambos os capítulos, o potencial de produção de energia (seção 1.2) e os estudos de caso (seção 1.3) serão abordados.

2. CAPÍTULO II: FORÇAS E OPORTUNIDADES

No presente capítulo, serão tratados os principais aspectos favoráveis ao desenvolvimento da agroenergia por parte da agricultura familiar no Brasil. De um ponto de vista relativo a fatores internos, a seção 2.1 aborda aspectos que já estão pré-determinados para o desenvolvimento dessa iniciativa, como o potencial energético e produtivo do biogás na região Sul, a gestão do plano nacional mais relevante que aborda a agricultura de baixo carbono no país e a análise de iniciativas que são um exemplo empírico do tema abordado na presente pesquisa. De um ponto de vista relativo a fatores externos, a seção 2.2 trata de fatores que podem vir a funcionar de maneira favorável ao desenvolvimento da agroenergia por parte da agricultura familiar, a depender de circunstâncias externas e do cenário futuro.

2.1. Forças

No âmbito de uma análise SWOT, como especificado, o critério *forças* – dentro do escopo da presente pesquisa – corresponde a aspectos favoráveis intrínsecos à produção de biogás oriundo de dejetos animais, especialmente por parte da agricultura familiar. Diante desse critério, portanto, deseja-se evidenciar a eficiência do biogás e os benefícios gerados a partir do mesmo, tanto no seu processo produtivo quanto em seu uso: em termos de geração de energia, é renovável e eficiente (tratamento de resíduos, reciclagem e redução de volume de lixo e CO₂), e em termos socioeconômicos, é capaz de oferecer geração de renda e melhor qualidade de vida para famílias agricultoras.

No Brasil, o biogás pode ser produzido a partir de fontes de biomassa como cana de açúcar, dejetos urbanos e de gado. Esse biogás pode ser utilizado diretamente ou para produzir eletricidade. Em ambos os casos, a energia produzida pode ser utilizada para consumo privado e o excedente pode ser vendido a distribuidoras de gás natural ou eletricidade, respectivamente. Os dejetos do gado e da vinhaça de cana, dado sua natureza agrícola, podem ter como subprodutos o biofertilizante, o que torna seu uso ainda mais vantajoso (Mathias, 2014). As seções apresentadas nesse capítulo demonstram como os pilares ambiental, social e econômico da produção da agroenergia pela agricultura familiar dialogam entre si e, se devidamente aproveitados, podem funcionar de maneira versátil e vantajosa.

Nesse sentido, este trabalho defende a hipótese de que a sustentabilidade socioambiental no atual modelo de produção rural do Brasil se torna viável com a inclusão da agroenergia nas propriedades familiares rurais, com base na tecnologia de saneamento ambiental utilizando o tratamento de biomassa residual em biodigestores. A conversão de dejetos animais em biogás

através de processos AD (digestão anaeróbica) pode agregar valor ao esterco do gado como recurso energético, e o aproveitamento desse potencial por agricultores familiares organizados em condomínios fortifica esse potencial.

2.1.1. O potencial energético e produtivo

A tabela 3⁵ explicita o potencial de produção de biogás a partir de dejetos animais apenas na região Sul do país. Combinando dados censitários do IBGE à fórmula do potencial de geração, apresentados na seção 1.2 do capítulo 1, é possível obter o potencial de produção de biogás a partir de dejetos de gado, totalizando 46,2 milhões de m³/dia.

Tabela 3. Potencial de produção de biogás a partir de esterco animal. Região Sul. Brasil, 2017

Estado	Paraná		Santa Catarina		Rio Grande do Sul		Região Sul
Pecuária	Animais	Biogás (m ³)	Animais	Biogás (m ³)	Animais	Biogás (m ³)	Biogás (m ³)
Bovinos	3,0	1,2	2,3	0,9	3,8	1,5	3,7
Suínos	3,2	2,6	5,3	4,3	4,5	3,6	10,4
Aves	174,2	13,5	118,8	9,2	122,1	9,4	32,1
Total	180,5	17,3	126,4	14,4	130,4	14,6	46,2

Fonte: Elaboração própria a partir de Mathias (2014) e IBGE (2017).

Em 2017, o Brasil importou 29,4 milhões de m³/dia de gás natural. Portanto, se todo o potencial de produção de biogás dos estabelecimentos familiares pecuários fosse explorado, as necessidades de importação do país seriam atendidas. De acordo com Rahman *et al.* (2019), o total possível de mitigação de emissões de CO₂ é de 46,58 milhões de toneladas por ano se 3,67 milhões de usinas de biogás familiares puderem ser construídas em Bangladesh. O Brasil possui 3,89 milhões de agricultores familiares, o que evidencia um grande impacto ambiental no que diz respeito a de mitigação de emissões. O cálculo apresentado evidencia apenas uma face do potencial da geração de biogás no Brasil, uma vez que, além de focar na região Sul, não abrange outros benefícios como a redução da poluição dos lençóis freáticos, autoprodução e consumo de energia (que gera renda e bem-estar para os agricultores) e produção de biofertilizantes.

⁵ Os conversores utilizados para o cálculo foram: 0,4 para bovinos, 0,6 para suínos e 0,805 para aves (MATHIAS, 2014)

Esse potencial foi calculado com base em dados do Censo Agropecuário de 2017 do IBGE e de um potencial de conversão próprio. A estatística descritiva, portanto, abarca elementos já existentes no cenário sulista brasileiro. Sendo assim, mesmo que não aproveitada, essa capacidade energética – que se traduz numa capacidade de redução de gases de efeito estufa (GEE), visto que se trata de uma fonte de energia renovável – é uma força a favor da produção de biogás, uma vez que esse potencial não depende de fatores externos para existir (apenas para se concretizar).

2.1.2. Políticas Públicas: O Plano ABC

O Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (plano ABC) é um marco no incentivo econômico por parte do poder público à produção de biogás por se tratar de uma das principais políticas brasileiras de estímulo a uma agricultura de agricultura baixo carbono. O plano foi lançado em 2010 e tem por objetivo financiar iniciativas que optam por seguir práticas de mitigação de gases de efeito estufa (GEE) em suas atividades agrícolas. A política abrange sete programas temáticos, sendo eles⁶:

- 1) Recuperação de Pastagens Degradadas
- 2) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs)
- 3) Sistema Plantio Direto (SPD)
- 4) Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)
- 5) Florestas Plantadas
- 6) Tratamento de Dejetos Animais
- 7) Adaptação às Mudanças Climáticas

O Plano delineou ações específicas para o cumprimento de cada programa temático. O programa número seis é foco da presente pesquisa e, para atingimento do mesmo, deve-se adotar a seguinte ação, de acordo com a política: ampliação do uso de tecnologias para o tratamento de 4,4 milhões de m³ de dejetos animais para geração de energia e produção de

⁶ Canal Embrapa: Plano ABC – Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas Visando à Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura <

composto orgânico. A delimitação de um objetivo específico é crucial para o desenvolvimento de sistemas de biogás na agricultura brasileira, pois a especificação desse propósito é um incentivo para que o Plano ABC – que atualmente é uma força no âmbito da SWOT apresentada, dado que o programa já está em vigência há mais de dez anos – se torne também uma oportunidade, visando cenários futuros.

Dentre os benefícios e ações práticas vigentes no escopo do Plano ABC, têm-se: fortalecimento da assistência técnica, capacitação e informação, estratégias de transferência de tecnologia, dias-de-campo, palestras, seminários, *workshops*, implantação de Unidades de Referência Tecnológica (URTs), campanhas de divulgação e chamadas públicas para contratação de serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER). Isso significa que a pesquisa e a difusão de informações contínuas, bem como o desenvolvimento tecnológico, são aspectos intrínsecos a essa política. A incorporação desses aspectos é essencial para que não somente o tratamento de dejetos na agricultura se dê de maneira eficiente e sustentável, mas também para que a iniciativa seja duradoura.

No âmbito do Plano Plurianual (PPA) 2020-2023, o Plano ABC está associado ao Programa 1031 – Agropecuária Sustentável, sob responsabilidade do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O PPA em questão determina o objetivo de promover o desenvolvimento da agropecuária sustentável, da pesca artesanal e da aquicultura familiar para o Programa 1031 e, para tal, estabelece a meta de elevar de 26% para 67% o Índice de Sustentabilidade da Agropecuária. Uma das dimensões desse índice abarca municípios com financiamentos do Programa ABC, de modo a analisar a expansão da utilização das tecnologias do Plano ABC nos municípios do Brasil⁷. Esse cenário futuro promissor é um exemplo, como mencionado, de como o Plano ABC pode tornar-se, para além de uma força, uma oportunidade no que diz respeito ao desenvolvimento de sistemas agroenergéticos pela agricultura familiar.

2.1.3. Estudos de caso: a produção de agroenergia pela agricultura familiar

Como anteriormente colocado, a produção de agroenergia permite, além da provisão de energia sustentável e do manejo adequado e higiênico de resíduos, a agregação de valor ao estercor animal em fazendas. Essa dinâmica, como será demonstrado nesse subcapítulo, é extremamente benéfica para pequenos agricultores. A agricultura familiar é de extrema

⁷ Programas integrantes do PPA 2020-2023 (Governo Federal, website) <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa/arquivos/siop_espelho_programas_completo_sem-ri.pdf>

importância para a economia brasileira: é a base da economia de 90% dos municípios brasileiros com até 20 mil habitantes e é responsável pela renda de 40% da população economicamente ativa do país⁸.

Um dos principais objetivos da presente pesquisa é demonstrar o potencial da produção de agroenergia por pequenos agricultores no Brasil. Os estudos de caso, nesse sentido, são capazes de demonstrar como o uso de abordagens participativas – como a organização em condomínios e fazendas – permitem mútua cooperação e ganho de escala no que tangem os benefícios que já são intrínsecos à produção e uso de biogás.

2.1.3.1. O Projeto Condomínio de Agroenergia de Agricultura Familiar, CAAF, de Ajuricaba

O Condomínio Ajuricaba – localizado na bacia hidrográfica Ajuricaba Marechal Candido Rondon, Oeste do Paraná, Brasil – foi criado em 2009 a partir de diversas parcerias: Barragem Hidrelétrica de Itaipu, Instituto Paranaense de Técnica e Extensão Rural (Emater-PR), Companhia Paranaense de Energia (Copel), Prefeitura Municipal de Marechal Candido Rondon (PR), Embrapa, Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA), Instituto de Tecnologia Aplicada e Inovação (Itai), Fundação Parque Tecnológico de Itaipu (PTI) e Centro Internacional para Energias Renováveis – Biogás. O principal objetivo do mesmo é a apresentação de referências concretas a respeito da geração de bioenergia pela agricultura familiar e o desenvolvimento de seus aspectos econômico, social e ambiental para que o modelo seja sustentável.

O projeto é altamente inspirado na Conferência Climática Mundial em Copenhague de 2009, na qual o Brasil voluntariamente se comprometeu a reduzir a emissão de gases de efeito estufa em 36-39% até 2020. O condomínio Ajuricaba, quando em operação total, pode oferecer uma redução na emissão de CO₂ em 1.400 toneladas por ano (Alves *et al.*, 2014). O calor gerado pelo biogás é usado na secagem de grãos, – na qual o produtor pode, sozinho, secar o grão, o que reduz em 90% o custo da secagem. A energia elétrica gerada pela micro central termelétrica (MCT) de Ajuricaba pode ter dois propósitos: o primeiro é o uso na própria propriedade. O segundo é a venda do excedente para uma distribuidora (nesse, a Copel) – há um contrato de chamadas públicas no qual essa venda é feita para a distribuidora na forma de créditos de

⁸ Programas integrantes do PPA 2020-2023 (Governo Federal, website) <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/planejamento-e-orcamento/plano-plurianual-ppa/arquivos/siop_espeho_programas_completo_sem-ri.pdf>

energia conforme as regras estabelecidas pela Resolução ANEEL nº 482/2012, modificada pelas Resoluções Normativas ANEEL nº 687/2015 e nº 786/2017⁹.

O projeto CAAF consistia, em 2014, em 33 fazendas familiares, 400 bovinos e 5000 suínos. Cada propriedade tem um digestor ligado à micro termoeletrica (MCT) por dutos. Essa estrutura permite a instalação de 4 geradores para pesquisa e desenvolvimento desse sistema de alta concentração do gás metano. Para aumentar essa concentração, uma unidade de tratamento de biogás está sendo instalada com o auxílio dos centros de pesquisa da Petrobrás e Itaipu.

A geração energética feita na MCT (micro termoeletrica) do condomínio Ajuricaba é realizada a partir de um moto gerador de grupo, com conexão para geração distribuída. A atual estrutura instalada no MCT permite quatro motogeradores e possui reguladores de pressão e purificadores. Uma das tecnologias desenvolvidas no aparelhamento da geração de energia elétrica da MCT é o painel de controle e sincronização de energia elétrica gerada pela rede de distribuição. Esse tipo de sistema de monitoramento, controle e proteção é uma ferramenta barata que garante que a energia produzida na geração distribuída possa ser comercializada sem restrição (Alves *et al.*, 2014).

O Condomínio Ajuricaba demonstrou a viabilidade de aliar a preservação do meio ambiente à produtividade e geração de renda por meio de uma tecnologia acessível a pequenos agricultores reunidos em condomínio. Os centros de pesquisa fomentados pelas parcerias da iniciativa e o desenvolvimento de tecnologia são fatores que podem incentivar não somente a constante melhora do centro, mas também a aplicabilidade de iniciativas desse tipo em outras regiões rurais no Brasil.

2.1.3.2. Geração energética na fazenda Colombari, Paraná

A fazenda Colombari, em São Miguel do Iguazu, Paraná, tem uma instalação produtiva para testar novos métodos, processos e sistemas na produção de eletricidade a partir do biogás, instalação essa que é manejada pela Itaipu e que serviu de referência para a geração elétrica no condomínio Ajuricaba. Pertence a médios produtores, possuindo 3000 suínos, e em 2009 – com o comissionamento da Copel (Companhia Paranaense de Energia) – passou a vender o excedente produtivo em geração de energia (na forma de créditos de energia). A concessionária paranaense realiza testes no local e consulta a ANEEL para estabelecer parâmetros para a

⁹ Sistema de compensação de energia elétrica (Copel, website) < <https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/poder-publico/micro-e-mini-geracao/>>

implementação definitiva da geração distribuída a partir do biogás no Brasil. Em 2014, 60% da energia produzida, isto é, 216 kWh eram consumidos na própria fazenda, enquanto os outros 40% (144 kWh) eram vendidos à Copel (Alves *et al.*, 2014).

O condomínio Ajuricaba, composto por pequenos coletivos de fazendas familiares, e a fazenda Colombari, propriedade de médio porte com uso individual, são ambas partes de uma iniciativa de pesquisa promovida pela Itaipu em parceria com a Companhia Paranaense de Energia (Copel) e Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) em um total de seis unidades demonstrativas, em um processo que levou 5 anos. Alves *et al.* (2014), aponta que o sucesso de Ajuricaba reside no fato de que 33 propriedades se unem para distribuir biogás a partir de um gasoduto, isto é, a produção coletiva é benéfica para o resultado obtido nas propriedades em termos de bem-estar e produção energética.

2.1.3.3. A Associação Agrícola de São Carlos (Aasca), Porto Xavier, RS

O noroeste gaúcho é marcado pela participação de sindicatos e cooperativas de pequenos agricultores, de modo que esses movimentos foram fundamentais na constituição da Cooperativa dos Produtores de Cana de Porto Xavier (Coopercana). A cooperativa é a única usina de etanol do Estado e era, em 2014, responsável pelo atendimento de 4% da demanda de etanol do Rio Grande do Sul (MICHAELSEN; RAMBO; SCHNEID, 2013). Outro aspecto vantajoso da região em específico é a proximidade da região ao Rio Uruguai, que torna o clima favorável ao cultivo da cana.

A Aasca, inicialmente, investia na produção de derivados de cana (melado, açúcar mascavo, cachaça, melaço) e posteriormente passou a produzir panifícios e pickles com o intuito de aumentar a participação feminina na Associação. Uma experiência no município Dezesseis de Novembro inspirou a Associação Agrícola a produzir também etanol e, desde 2007, a Aasca expande sua produção – tanto de combustível quanto dos produtos nos quais previamente investiu. Assim, em 2010, a Associação inaugurou um quiosque com o intuito de servir como um ponto de venda de produtos provenientes da agricultura familiar do município como um todo. Essa iniciativa da Coopercana deu origem a 9 projetos em municípios do noroeste gaúcho que envolvem cerca de 400 famílias, entre agricultores e assentados (MICHAELSEN; RAMBO; SCHNEID, 2013).

A produção e venda de combustível a partir do etanol pela Aasca exemplifica o envolvimento de cooperativas de trabalhadores previamente estabelecidas na produção de

agroenergia dentro de uma lógica dos padrões locais. Isso significa que essa adaptação contextual – isto é, a produção do combustível junto a produtos já incorporados e demandados na organização comercial da região – ocorreu de maneira a complementar o sistema econômico local, além de evitar as consequências ambientais negativas de emissões de metano e gases tóxicos, conforme Lantz *et al.* (2007) *apud* Michaelsen; Rambo; Schneid (2013).

2.1.3.4. O Centro de Formação e Produção de Alimentos e Bioenergia São Francisco de Assis – Santa Cruz do Sul-RS

A princípio para diversificar a produção de tabaco na região de Santa Cruz do Sul, o Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA) iniciou a construção da cooperativa Cooperfumos. Posteriormente, esses mesmos agentes iniciaram, em 2008, o Centro de Formação e Produção de Alimentos e Bioenergia com o intuito de, como o nome já intui, produzir alimentos, respeitar o meio ambiente e produzir energia. Há ferramentas para processamento do biodiesel no Centro: 12 mil litros, principalmente de óleos de gorduras vegetais saturados, são coletados no município e reaproveitados no centro – essa coleta conta com um projeto educativo para escolas e restaurantes da região. A construção das instalações físicas foi feita pelos próprios agricultores por meio de capacitações de bioconstrução. Além disso, o Centro incentiva a produção de sistemas agroflorestais através da concessão de kits de mudas (MICHAELSEN; RAMBO; SCHNEID, 2013).

As experiências expostas mostram a importância da inserção do pequeno agricultor no processo de geração distribuída de energia a partir do biogás para que não apenas objetivos de cunho ambiental sejam alcançados, mas de uma inclusão social que seja capaz de contornar dependências. A região Sul, como demonstrado, tem primazia nas iniciativas de produção de agroenergia pela agricultura familiar, mesmo quando essa energia é produzida a partir de dejetos puramente agrícolas, e não necessariamente provenientes da agropecuária.

Alguns aspectos específicos locais, como a forte presença de movimentos sociais de pequenos agricultores e da própria agricultura familiar em si, são favoráveis para o desenvolvimento de sistemas de biogás na região Sul. A demanda por soluções conjuntas para a geração energética da agroenergia resultou nas iniciativas abordadas dentro dos estudos de caso – e, como será visto no subcapítulo seguinte, as políticas de incentivo são consideravelmente mais recentes do que as próprias iniciativas de produção de biogás pela

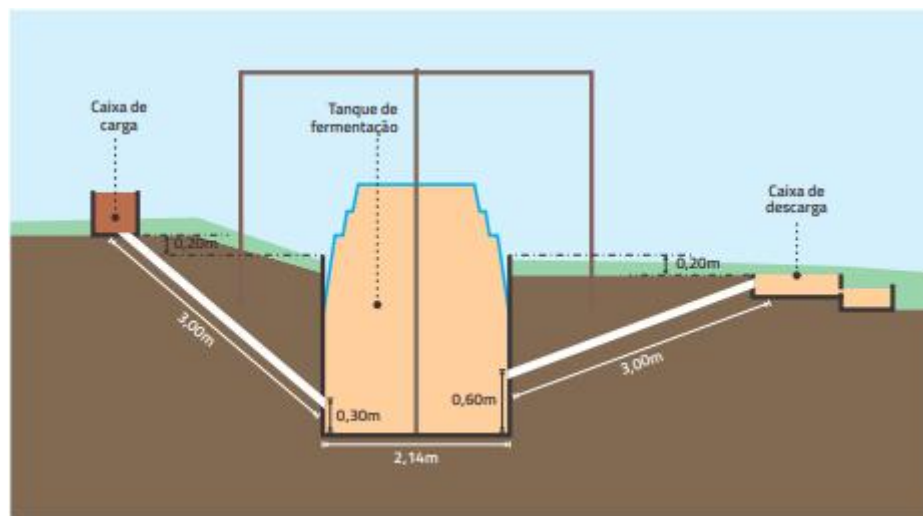
agricultura familiar, o que demonstra uma demanda por esse tipo de organização produtiva mesmo quando o ambiente externo ainda não a favorecia.

As iniciativas provenientes do desenvolvimento da tecnologia do biodigestor sertanejo, no entanto, demonstram que há uma perspectiva de replicabilidade para a geração de agroenergia pela agricultura familiar para além da região Sul. A tecnologia está em constante evolução e pretende atender peculiaridades de diferentes regiões e populações. O intuito de demonstrar os estudos de caso é o de evidenciar a aplicação prática dos princípios difundidos na presente pesquisa. No entanto, a pesquisa busca, a partir dessas demonstrações, servir como um apelo para que, justamente, essas iniciativas sejam aplicadas em outras regiões rurais do país.

2.1.3.5. A tecnologia do biodigestor sertanejo

De uma parceria entre o Instituto 17, organização sem fins lucrativos fundada em 2018 para viabilizar a difusão dos ODSs, e a Diaconia, uma organização também sem fins lucrativos comprometida com a promoção da justiça social em territórios urbanos e semiáridos do Nordeste brasileiro, foi iniciado um processo de análise da tecnologia do biodigestor sertanejo. A tecnologia desse biodigestor é baseada no modelo indiano de biodigestores, de modo a possuir uma cúpula móvel para armazenamento do biogás. Diversas instituições no nordeste brasileiro foram responsáveis pelo desenvolvimento e aperfeiçoamento dessa tecnologia para se adaptar às necessidades, às técnicas e aos materiais de construção mais utilizados na região.

Figura 4: Partes do biodigestor sertanejo



Fonte: Diaconia (2021).

A propagação do biodigestor sertanejo é capaz de fortalecer a agricultura familiar através de tecnologia especializada, isto é, que leva em considerações necessidades regionais, para a produção de agroenergia. Isso porque, além de empregar mão de obra local e oferecer cursos acerca do funcionamento e implementação dos biodigestores para a população, a iniciativa permite a redução de custos – principalmente em vista dos altos custos na compra de um botijão de GLP – e o acesso à combustível renovável para cocção (Diaconia, 2021).

O biodigestor sertanejo é uma tecnologia destinada ao uso doméstico, voltada a atender demandas sociais e econômicas de famílias rurais de baixo poder aquisitivo. Esse empreendimento de pequena escala, se planejado de modo a permitir a implementação em massa em diferentes regiões do país, pode gerar impactos reais nas esferas social, ambiental e econômica, considerando a participação da agricultura familiar na produção de alimentos.

Figura 5: Rota tecnológica do Biodigestor Sertanejo



Fonte: Diaconia (2021).

Sendo assim, no que diz respeito aos impactos gerados pela iniciativa, um relatório publicado pelo Instituto 17 e pela Diaconia¹⁰ divulgou um potencial de 50 a 200 mil unidades de implementação do biodigestor sertanejo, o que representaria um potencial de produção de

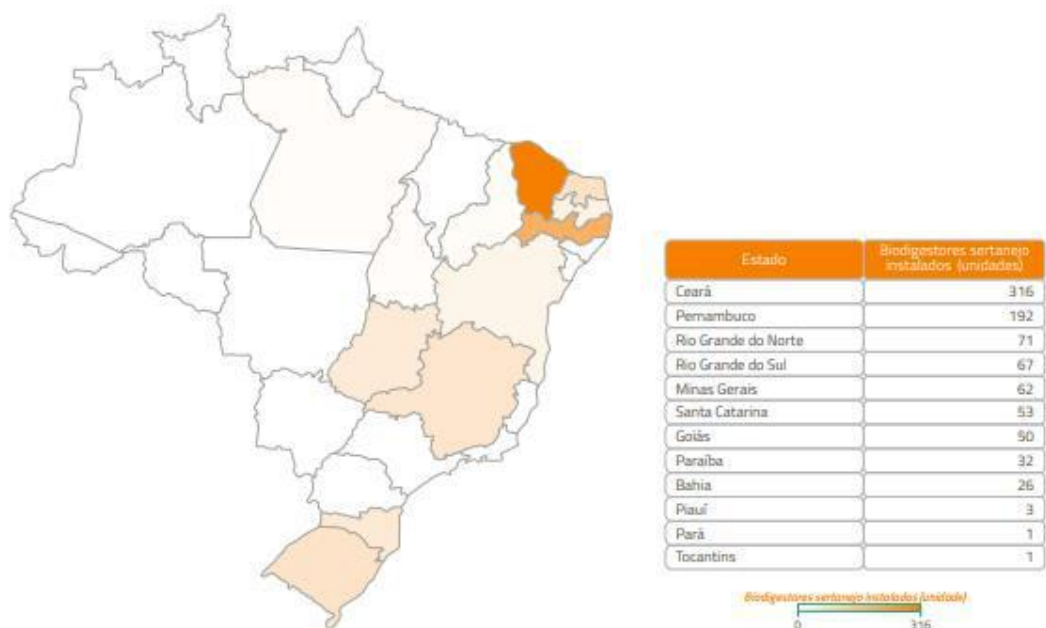
¹⁰ <https://energiaebiogas.com.br/biodigestor-sertanejo-tecnologia-social-para-o-fortalecimento-dos-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel#:~:text=17%20e%20Diaconia-,Biodigestor%20Sertanejo%3A%20Tecnologia%20social%20para%20o%20fortalecimento%20dos%20Objetivos%20de,vidas%20ao%20redor%20do%20globo.>

biogás de 10 milhões m³/ano (equivalente a 304 botijões de GLP) e um potencial de mitigação de emissões de gases de efeito estufa de 10 a 100 ktCO₂ eq/ano.

As diferentes fontes de biomassa (agrícola, animal, urbana, florestal) a tornam versátil para diferentes regiões e, além dessas vantagens, também é possível delinear trabalhos direta e indiretamente gerados por esse setor, permitindo a implementação de soluções relacionadas à economia circular, ao aproveitamento energético de resíduos, à defesa do meio ambiente e ao desenvolvimento local. Levando-se em consideração essa versatilidade, o intuito dos desenvolvedores dessa iniciativa – a Diaconia, o Instituto 17 e, também, os participantes do projeto em si – é que a implementação do biodigestor sertanejo se dê em diferentes regiões rurais do Brasil (Diaconia, 2021).

No caso da região da Caatinga, onde encontram-se grande parte dos biodigestores sertanejos implementados no âmbito do projeto (como demonstrado na figura 6), a segurança alimentar e hídrica são fatores de muita sensibilidade. Sendo assim, a produção de biofertilizante – incentivando assim o desenvolvimento agrícola – e a gestão correta de resíduos – de modo a poupar lençóis freáticos do chorume produzido por dejetos animais – são cruciais para essa região. No caso da região Sul, por exemplo, o uso da energia a partir do biogás para aquecer os lares de famílias agricultoras acaba por ser um fator mais relevante. Dessa forma, a ambição do projeto de implementação do biodigestor sertanejo em regiões diferentes do país, com necessidades distintas, se mostra possível e conveniente para famílias agricultoras.

Figura 6: Distribuição geográfica dos biodigestores sertanejo instalados no país



Fonte: Diaconia (2021)

2.2. Oportunidades

A presente subseção tem o intuito de abordar iniciativas muito recentes que agregam incentivo ao desenvolvimento da agroenergia no país. No âmbito da matriz SWOT, oportunidades são os fatores que podem impulsionar esse desenvolvimento, mas que dependem de fatores externos e conjunturas favoráveis para serem implementados continuamente. Serão delineadas programas e projetos regulatórios de incentivo à produção de biogás – e biometano, que pode ser gerado a partir do tratamento do biogás – tanto a nível nacional quanto para a região Sul do país, localidade à qual é dado destaque na presente pesquisa.

2.2.1. Iniciativas recentes a nível nacional

Dado o contexto conjuntural e a atualidade das iniciativas apresentadas, a principal fonte utilizada para a pesquisa nessa seção foram notícias de jornal. O website do Valor Econômico, fonte de uma parceria entre os grupos Folha e Globo, bem como o da ABiogás, uma das principais fontes de notícia acerca de geração energética a partir do biogás no Brasil, foram consultados. Dessa forma, perspectivas futuras vantajosas, isto é, oportunidades para o desenvolvimento de sistemas de biogás no país são exploradas.

2.2.1.1. O Programa Metano Zero e o estímulo do setor privado

O mais recente programa nacional de promoção do biogás é o projeto “metano verde” (ou Programa Metano Zero). Foi lançado em março de 2022 e pretende dialogar com o mercado de carbono e estimular o financiamento por parte de grandes bancos. Juntamente com a regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos em janeiro, o governo brasileiro dá um sinal claro ao mercado com esta iniciativa: o potencial de geração de biometano proveniente de resíduos urbanos e rurais, especialmente de aves, suínos, açúcar e álcool, deve ser aproveitado.

Essa concepção de iniciativa converge com o crescimento acelerado dos incentivos ao fomento do biogás no Brasil. A associação brasileira de biogás (ABiogás) estima novos investimentos de R\$ 60 bilhões em novas usinas até 2030, aumentando a produção brasileira de biogás de 4 milhões para 30 milhões de metros cúbicos por dia. Empresas privadas e joint

ventures do setor sucroalcooleiro, como a Geo Biogás & Tech, Raízen e o grupo Cocal são os principais atores dessa iniciativa, com projetos que visam promover a produção e distribuição de biogás e biometano em diversos segmentos industriais¹¹. Além disso, o setor também tem perspectivas de fusões e aquisições - por exemplo, a aquisição da produtora de biometano Gás Verde pelo grupo Urca.

Nesse sentido, o Programa Metano Zero tem potencial para estimular ainda mais essa agenda. Incorpora incentivos econômicos, como linhas de crédito e desoneração fiscal (isenção de PIS/Confis e ICMS) para projetos desenvolvidos pelo setor de biogás. A expectativa é que o Brasil possa produzir cerca de 120 milhões de metros cúbicos de gás por dia em um período de dez anos e que as emissões de gás metano sejam reduzidas em 36% no país. Em 2021, a capacidade do gasoduto Bolívia/Brasil era de 30 milhões por dia¹².

2.2.1.2. O projeto de lei 3865/2021

O referido projeto de lei propõe a criação de um novo marco legal regulatório para o biogás no Brasil e estimula ações conjuntas da União, por meio de incentivos fiscais para estimular investimentos na produção de biogás e biometano, além de créditos com juros diferenciados para implantação de usinas. O texto da proposta foi elaborado com a contribuição da Associação Brasileira de Biogás (ABiogás), da Associação da Indústria de Cogeração (Cogen) e da Unica (Indústria de Cana-de-Açúcar) e apoio técnico do Ministério da Agricultura e da Embrapa, o que representa interação e planejamento conjunto entre diferentes agentes na execução de uma mesma agenda nacional.

O projeto também prevê que o Tesouro Nacional destine parte do orçamento ao programa de incentivo. Além disso, o projeto busca corrigir distorções regulatórias que impedem a isonomia entre as fontes, incluindo o biometano, no Regime Especial de Incentivos ao Desenvolvimento de Infraestrutura (Reidi)¹³. Este envolvimento dos órgãos a nível nacional é fundamental não só para a mitigação dos gases com efeito de estufa e o aproveitamento do potencial econômico que é possível a partir da geração do biogás e biometano, mas também

¹¹ Valor econômico: Biogás tem crescimento em ritmo acelerado no Brasil <<https://valor.globo.com/empresas/noticia/2022/04/29/biogas-tem-crescimento-em-ritmo-acelerado-no-brasil.ghtml>>

¹² Valor econômico: Governo lança 'Metano Zero', programa de incentivo aos biocombustíveis, alinhado à COP 26 <<https://valor.globo.com/brasil/noticia/2022/03/21/governo-lanca-metano-zero-programa-de-incentivo-aos-biocombustiveis-alinhado-a-cop26.ghtml>>

¹³ Projeto de lei 3865 (ABiogás, website) <<https://abiogas.org.br/abiogas-em-brasilia-projeto-de-lei-3865-2021/>>

para a saúde e segurança do meio rural, promovendo uma alternativa renovável para os resíduos gestão.

2.2.2. Iniciativas recentes na região Sul

Nessa subseção serão exploradas novas iniciativas para o desenvolvimento de sistemas de biogás como foco nos três estados da região Sul do Brasil. Isso porque, em vista das crescentes iniciativas de produção de agroenergia pela agricultura familiar na região desde 2009 – como apresentado através dos estudos de caso – estão sendo delineadas diferentes políticas e projetos de lei para regularizar e potencializar essas iniciativas. As principais fontes utilizadas para a coleta de dados e informações presente nessa sub seção foram websites oficiais dos estados sulistas.

2.2.2.1. Santa Catarina

Santa Catarina (SC) foi o primeiro estado brasileiro a estabelecer uma política de biogás e legislação própria sobre o tema: em 2018, foi aprovado o projeto de lei 26/2018, que delineia um marco legal regional que incentiva a produção e o uso do biogás como fonte de energia. Mais especificamente, o projeto de lei tem por objetivo “dar diretrizes para o aproveitamento dos dejetos (fezes e urina) produzidos na pecuária, em especial na suinocultura, na produção de energia, por meio de biodigestores”¹⁴.

Paralelamente a essa política, Santa Catarina também conta com o Comitê SC Biogás, que buscar incentivar a produção de energia por meio de dejetos de suínos para retirar do meio ambiente a biomassa produzida pela indústria agropecuária. O Comitê lançou o Programa SC Rural da Secretaria de Estado da Agricultura e da pesca, por meio do qual foi possível contratar serviços de consultoria para análise do potencial energético a partir do biogás na região. A prospecção - que foi financiada pelo Banco Central - também detectou os potenciais segmentos e grupos de consumidores desse tipo de energia, estudando a distribuição, geração e uso de redes de biometano¹⁵.

¹⁴ Marco legal do biogás é aprovado pelos deputados por unanimidade (Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina, website) < https://agenciaal.ale.sc.gov.br/index.php/noticia_single/marco-legal-do-biogas-e-aprovado-pelos-deputados-por-unanimidade>

¹⁵ Comitê SC Biogás apresenta plano para produção de energia a partir de dejetos suínos (CIDASC – Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina) <<http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2017/07/12/comite-sc-biogas-apresenta-plano-para-producao-de-energia-a-partir-de-dejetos-de-suinos/>>

2.2.2.2. *Paraná*

A forte correlação entre incentivos econômicos à produção de biogás e grupos de estudos científicos avançados e iniciativas nessa área é uma característica da política na região sul do Brasil. No Paraná, a articulação de diversos ativos estatais, tanto em termos de recursos humanos quanto da estrutura física existente, está voltada para o fortalecimento do setor de biogás por meio da Rede Paranaense de Laboratórios de Biogás (Labiogás-PR)¹⁶. O projeto foi lançado em 2020 e tem como principal objetivo fortalecer a articulação institucional e apoiar ativos técnico-científicos, professores e especialistas para oferecer, de forma permanente, suporte técnico às diversas cadeias de abastecimento de biogás do estado.

A iniciativa recebeu investimento de R\$ 750 mi da Fundação Araucária, agência de fomento à pesquisa. O Labiogás-PR é uma das consequências da Política Estadual de Biogás e Biometano (lei 19.500), aprovada no Paraná em 2018. A legislação regulamenta os investimentos para esse tipo de geração de energia e dedica seu quarto capítulo às disposições sobre inovação tecnológica. Diante dessa regulamentação, são consideradas empresas de inovação tecnológica os empreendimentos e arranjos produtivos de que trata a lei, inclusive as modalidades como consórcio, condomínio, cooperativa e parceria público-privada, podendo se beneficiar da concessão de incentivos fiscais, recursos financeiros, subvenção econômica, materiais ou infraestrutura, a serem ajustados em termos de regimes tributários diferenciados, regimes especiais de transferência, cessão e utilização de créditos tributários, parceria, convênios ou contratos específicos, destinado a apoiar as atividades de pesquisa e desenvolvimento no território paranaense¹⁷.

2.2.2.3. *Rio Grande do Sul*

O estado do Rio Grande do Sul também direcionou recursos para a adoção de uma agenda legislativa para promover a produção de biogás. O projeto de lei 270/2019, que visa alterar a Política Estadual de Biometano (lei estadual nº 14.864/2016), foi aprovado em 2019. O projeto abriu caminho para a adoção de um marco legal do biogás no estado, uma vez que seu objetivo foi ampliar os benefícios da Política de Biometano para a produção de biogás e

¹⁶ Governo do Estado lança Rede Paranaense de Laboratorios de Biogas (Fundação Araucaria, website) <<https://www.fappr.pr.gov.br/Noticia/Governo-do-Estado-lanca-Rede-Paranaense-de-Laboratorios-de-Biogas>>

¹⁷ Lei Nº 19500 DE 21/05/2018 (Legisweb, website) <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=360329>>

seus derivados. O governo do estado poderá comprar energia elétrica produzida a partir de biogás e biometano, criar linhas de crédito especiais para produção e conceder tratamento tributário diferenciado para produtos da cadeia produtiva de combustíveis, e ainda criar um fundo garantido para projetos de produção em pequena escala¹⁸.

Além disso, o projeto de lei 270/2019 prioriza o licenciamento ambiental para iniciativas de biogás e biometano no estado do Rio Grande do Sul – como ocorre no caso da energia solar a nível nacional. Também prevê que o governo estadual dará prioridade à compra de biometano e outros produtos da cadeia produtiva de biodigestores de empresas produtoras estabelecidas no estado se houver preço competitivo como os praticados no mercado¹⁹.

2.3. Considerações finais

A primeira seção desse capítulo diz respeito a aspectos favoráveis que atualmente abarcam o panorama (forças) para o desenvolvimento da agroenergia pela agricultura familiar. Dados do Censo Agropecuário de 2017 e uma fórmula pré-determinada em Mathias (2014), apresentados no capítulo 1, são utilizados para calcular o potencial energético e produtivo da agroenergia pela agricultura familiar – apenas na região Sul, na qual há alta concentração de propriedades rurais familiares, e apenas levando-se em consideração dejetos advindos da pecuária. Como pontuado, esse potencial seria capaz de atender às demandas de importação de GLP do país. Em seguida, é apresentado o principal programa nacional para o desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono (Plano ABC) no Brasil, de modo que o manejo correto de resíduos agrícolas é tido como uma das linhas de ação para esse objetivo.

Os estudos de caso, por sua vez, como a implementação de biodigestores e a produção e comercialização de biogás pode complementar outras atividades já praticadas em propriedades familiares no meio rural, de modo a adaptar-se a necessidades regionais e gerar segurança energética, renda e autonomia para agricultores familiares. Também é possível, através da análise dos estudos de caso apresentados, identificar como as iniciativas por parte da agricultura familiar e, no geral, de pequenos agricultores se deram num período anterior às principais políticas de incentivo à produção e comercialização do biogás na região Sul (apresentadas na seção de oportunidades). Esse pioneirismo, além da alta concentração de

¹⁸ Detalhes da Proposição (Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, website) <<http://www.al.rs.gov.br/legislativo/ExibeProposicao/tabid/325/SiglaTipo/PL/NroProposicao/270/AnoProposicao/2019/Default.aspx>>

¹⁹ Rio Grande do Sul propõe mudança na política de biogás (agência epbr, website) <<https://epbr.com.br/rio-grande-do-sul-propoe-mudanca-na-politica-de-biogas/>>

propriedades familiares produtoras de gado na região, é uma das razões pelas quais o enfoque na região se justifica.

No entanto, um dos objetivos da presente pesquisa é, justamente, apoiar o desenvolvimento da agroenergia pela agricultura familiar para além da região Sul do país através da demonstração de forças e oportunidades que essa iniciativa apresenta no país. Sendo assim, a exemplificação de casos de sucesso no meio rural sulista deve ser tida como um fator de incentivo às demais regiões rurais do país. Nesse sentido, a tecnologia e as aplicações do biodigestor sertanejo apresentam um exemplo prático de como a adaptação de iniciativas de produção de biogás em diferentes zonas rurais do Brasil é não somente possível, como desejável.

Em termos de oportunidades, exatamente por se tratar de fatores benéficos, porém que dependem da conjuntura e de um cenário externo, fatores como novas políticas e projetos de lei são tratados separadamente às forças no âmbito da matriz SWOT para a presente pesquisa. Novas perspectivas de um ponto de vista legal e comercial são apresentados não somente a nível nacional, mas também no âmbito da região Sul. Isso porque, uma vez que já existem diversas iniciativas e projetos sulistas que reforçam a produção de biogás em pequenas propriedades rurais – isto é, o aspecto de forças no panorama da matriz SWOT é bem explorado na região – é necessário também apontar oportunidades em vista para essa localidade. Assim, é delineado um exemplo de como outras regiões do país podem incentivar iniciativas desse tipo, sempre levando-se em consideração adaptações a necessidades locais.

Tabela 4: Síntese S-O (forças e oportunidades)

Strengths (Forças)	Opportunities (Oportunidades)
<ul style="list-style-type: none"> • O potencial energético e produtivo do biogás pela agricultura familiar na região Sul • O Plano ABC • Casos práticos de produção de agroenergia pela agricultura familiar 	<ul style="list-style-type: none"> • O Programa Metano Zero e o estímulo do setor privado • Biodigestor sertanejo • O projeto de lei 3865/2021 • Políticas de incentivo e projetos de lei na região Sul

3. CAPÍTULO III: Fraquezas (W) e Ameaças (T)

O presente capítulo aborda as fraquezas e ameaças para o desenvolvimento da agroenergia pela agricultura familiar de um ponto de vista de fatores internos (fraquezas), que já permeiam a temática em questão, e externos (ameaças), isto é, há menor ou nenhuma possibilidade de controle sobre esses fatores. Aspectos abordados no capítulo 2, que trata de forças e oportunidades, são resgatados para que desafios presentes e futuros intrínsecos a esses fatores possam ser delineados.

3.1. Fraquezas

A seção a seguir traça paralelos com a seção 2.1. do no capítulo 2 da presente pesquisa com o intuito de analisar os mesmos fatores, porém sob outro enfoque: tratar das contrapartidas presentes em iniciativas que podem ser vistas como forças ao desenvolvimento de sistemas de biogás e biofertilizante pela agricultura familiar. Na subseção 3.1.1., é apresentado, brevemente, o atual quadro mundial e nacional no que diz respeito à mudanças climáticas e como a produção de biogás poderia servir como um fator decisivo na reversão desse quadro, porém o aproveitamento desse tipo de geração energética e o manejo adequado de resíduos é muito pouco aproveitado no Brasil.

As subseções 3.1.2. e 3.1.3. abordam, respectivamente, limitações atuais ao desenvolvimento da política pública Plano ABC e ao desenvolvimento – e em especial à difusão – de biodigestores no âmbito da agricultura familiar no país.

3.1.1. O potencial não utilizado diante de uma crise climática

A agricultura é uma das maiores fontes antropogênicas de emissões de GEE, mas poucas autoridades levam esse fato em consideração em suas propostas e programas para baixa emissão de carbono. A emissão de GEE na agricultura é composta principalmente por metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), que são 21 e 310 vezes mais potentes, respectivamente, do que CO₂ no que diz respeito ao seu efeito no aquecimento global de acordo com dados do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) de 2007.

O manejo correto de resíduos animais contribui para que o excesso de nutrientes no solo (proveniente dos resíduos de animais) seja redistribuído, e sua reciclagem otimizada, de modo a preservar o solo e lençóis freáticos. Do contrário, a poluição de rios, lagos e mananciais, seja por chorume ou pelo produto da degradação dos resíduos, contribui não somente para o

agravamento da saúde de populações locais diante desse quadro de falta de higiene, mas também para o efeito estufa, uma vez que a decomposição desse material orgânico gera gás metano. Sendo assim, iniciativas que promovam gestão de resíduos no meio rural são de grande importância diante da crise climática mundial – especialmente quando se trata do Brasil, que junto a Índia, EUA e China foi responsável por 37% das emissões globais da produção agropecuária (IPCC, 2016).

O Brasil apresenta uma produção de energia renovável ampla: a matriz energética brasileira é uma das mais renováveis do planeta. Dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) revelam que 83% da geração de energia no Brasil em 2019 veio de fontes renováveis, sendo a média global de apenas 25%²⁰. Ainda assim, o Brasil apresenta uma emissão de gases de efeito estufa significativa, de modo que considerável parte dessa emissão é proveniente atividades agrícolas. Dessa forma, o incentivo à produção de biogás tem a capacidade de reverter esse quadro não somente por promover uma gestão correta de resíduos, mas também por oferecer uma fonte de energia renovável capaz de substituir o uso de GLP e por permitir a produção de biofertilizante – que ameniza a liberação de óxido nitroso proveniente uso de fertilizantes nitrogenados.

As iniciativas de produção de biogás no Brasil, no entanto, são incipientes e isoladas (MATHIAS; MATHIAS, 2015): as energias renováveis no Brasil ainda permanecem “à sombra” da energia hidrelétrica, a fonte de energia renovável mais comum no país. O sistema de gerenciamento de dejetos mais comum em uso no Brasil ocorre em lagoas abertas ou em esterqueiras (DENA, 2010). Esse tipo de prática é caracterizado por baixos custos de implantação e fácil manejo, mas necessita de área física significativa para distribuir os dejetos, o que se traduz em área desmatada e impermeabilização do solo, fatores que agravam a emissão de GEE. Além disso, o uso dessa prática pode acarretar problemas de odor, atração de insetos e outras pragas, contaminação de águas subterrâneas, deterioração da estrutura biológica da terra e derramamentos catastróficos (DENA, 2010).

Figura 7: Área utilizada para a construção de uma esterqueira

²⁰ Matriz energética e elétrica (EPE, website) < [< MATRIZ ENERGETICA \(epe.gov.br\)>](http://MATRIZ_ENERGÉTICA(epe.gov.br))



Fonte: Agrorizona²¹

Dados do censo agropecuário de 2006 também reforçam o quão incomum é o tratamento correto de resíduos agrícolas no Brasil – e, dentre os estabelecimentos que realizam esse manejo adequado, a maior parte encontra-se na região Sul do país, região pioneira no tratamento de resíduos em biodigestores (DENA, 2010). No entanto, na própria região, a utilização de esterqueiras também é um método comum, de modo a ultrapassar consideravelmente o número de estabelecimentos nos quais o tratamento é feito em biodigestores.

Tabela 5: Número de estabelecimentos agropecuários com tratamento de esterco de animais (unidades)

Brasil e Grande Região	Local onde ocorreu o tratamento de esterco dos animais						
	<i>Total</i>	<i>Lagoa anaeróbica</i>	<i>Esterqueira</i>	<i>Biodigestor</i>	<i>Composteira</i>	<i>Outro local</i>	<i>Não faz</i>
Brasil	186.432	3.269	131.232	2.387	31.849	27.198	4.989.204
Sul	106.257	1.618	82.609	1.223	21.379	7.877	899.676
Norte	4.367	132	2.374	87	495	1.328	471.411
Nordeste	23.262	502	10.993	318	2.035	9.561	2.430.798
Sudeste	42.663	738	29.475	495	6.150	6.617	879.434
Centro-Oeste	9.613	279	5.781	264	1.790	1.815	307.885

²¹ <https://www.agrorizona.com.br/servicos>

De acordo com estudos da EMBRAPA²² acerca de gases de efeito estufa provenientes de dejetos animais, têm-se que quando os dejetos são tratados por biodigestão anaeróbia em biodigestores, ocorre redução das emissões de N₂O em 47% em relação à esterqueiras. Além disso, a aplicação do composto orgânico (biofertilizante) em áreas de plantio direto promove uma taxa de sequestro de carbono de 1 Mg.ha-1.ano-1 em relação ao solo adubado com fertilizantes minerais: “Os resultados obtidos apontam um efeito sinérgico quanto a mitigação de gases de efeito estufa pelo tratamento dos dejetos por biodigestão e a reciclagem do biofertilizante como fonte de nutrientes para a agricultura ou recuperação de áreas degradadas pela adubação com o composto orgânico”.

A partir de projeções internas, a ABiogás calcula que o potencial de produção de biogás no Brasil é de 120 milhões de m³/dia, de modo que passou-se a denominar esse potencial “pré-sal caipira”²³. No entanto, como apresentado na tabela 5, menos de 5% desse potencial é aproveitado.

3.1.2. *Desafios regulatórios e de política pública*

Apesar do potencial de desenvolvimento de uma indústria de biogás no Brasil, ainda há desafios a serem superados. A experiência internacional mostra a importância da participação governamental, tanto por incentivos financeiros quanto ao enquadramento jurídico, além do incentivo ao desenvolvimento de plantas de biogás rurais de pequena escala (MATHIAS; MATHIAS, 2015). Transformar o potencial de geração em produção de biogás efetiva envolve uma agenda governamental e instrumentos de políticas apropriadas.

Perante a lei nº 10.848, de 15 de março de 2004²⁴, qualquer distribuidor de eletricidade está autorizado a realizar chamadas públicas para comprar energia produzida por pequenos geradores, mas o consumidor não pode ser compensado monetariamente – diferente do que acontece na Espanha ou na Alemanha por meio de tarifas *feed-in*. Esse fato sinaliza uma hermeticidade em relação ao planejamento comercial para o desenvolvimento não somente de sistemas de produção de biogás, mas para outras energias renováveis também (Alves *et al.*, 2014).

²² <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/biogasfert/gee/gases-de-efeito-estufa>

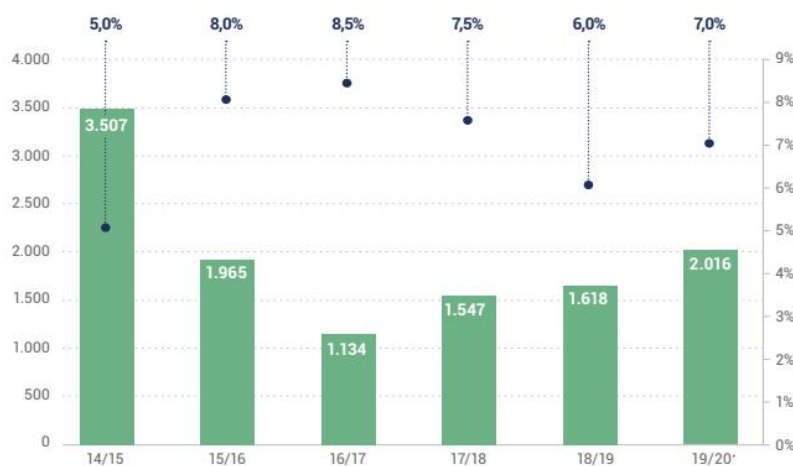
²³ [Potencial do biogás no setor agropecuário brasileiro – ABiogás \(abiogas.org.br\)](http://potencial-do-biogas-no-setor-agropecu%C3%A1rio-brasileiro-ABiog%C3%A1s-abiogas.org.br)

²⁴ Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004 < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm>

O Governo Federal, no entanto, se envolve no incentivo da produção de biogás – e de outros projetos relativos ao desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono – através do Plano ABC, em vigor há mais de dez anos. Para o biênio 2020/2021, o Ministério de Agricultura anunciou que o Plano ABC designou R\$ 5 bilhões (do volume disponibilizado na safra) para o financiamento de técnicas agrícolas para uma agricultura de baixo carbono. Apesar de um volume inédito destinado ao Plano ABC, este ainda representa apenas 2% do plano Safra, que conta com R\$251,2 bilhões. Sendo assim, se por um lado uma agricultura de baixo carbono é estimulada – de modo que uma das diretrizes dessa agenda é o fomento à produção de bioenergia e o manejo adequado de resíduos agrícolas - por outro há investimento massivo em pecuária e agricultura que não necessariamente se alinham à Agenda 2030 da ONU nem pelo âmbito social nem pelo ambiental²⁵.

Além disso, em publicação do Espelho do Monitoramento para o PPA 2020-2023²⁶, foi constatado que as taxas de juros para a linha de crédito Programa ABC (associada ao Plano ABC) não apresentam vantagens comparativas (taxa, carência, facilidade na contratação) em relação a outras linhas do crédito rural. A publicação reforça que, para uma maior adesão à linha de crédito, esta deveria ser incentivada por meio da modificação dos critérios, dos prazos de carência e de pagamento e dos itens financiáveis.

Figura 8: Contratação de recursos do Programa ABC (milhões de R\$ e taxa de juros)



Fonte: SICOR, Banco Central do Brasil. Acessado em 04/06/2020
Nota: (*) dados até maio/2020

²⁵ Apesar de volume inédito de recursos, Programa ABC só representa 2% do Plano Safra (Globo Rural, website) <<https://globo.com/Noticias/Politica/noticia/2021/06/apesar-de-volume-inedito-de-recursos-programa-abc-so-representa-2-do-plano-safra.html>>

²⁶ https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/ppa/plano-plurianual-ppa-202020132023/monitoramento_programa_1031_agropecuaria_sustentavel_ano_base_2020_vs02.pdf

Fonte: Agroicone com base no SICOR, Banco Central do Brasil (2020)²⁷

Outra conclusão relatada é que a quantidade de recursos orçamentários voltados para as atividades de fomento das tecnologias ABC é baixa e vem se reduzindo. É recomendado, portanto, um aumento na disponibilidade de recursos orçamentários para ações de fomento das tecnologias do Plano ABC, o que conseqüentemente traria retorno na contratação da linha do Programa ABC e na adoção de práticas de agricultura de Baixo Carbono.

Tabela 6: Orçamento Federal para a ação 0000 - Apoio ao desenvolvimento de agricultura de baixa emissão de carbono – ABC dentro do Programa 1031 - Agropecuária sustentável

<i>Ano</i>	<i>Dotação inicial</i>	<i>Dotação atual</i>	<i>Empenhado</i>	<i>Liquidado</i>	<i>Pago</i>
2018	R\$ 1.200.000,00	R\$ 1.166.387,00	R\$ 1.160.450,00	R\$ 542.785,00	R\$ 542.785,00
2019	R\$ 1.491.501,00	R\$ 1.491.501,00	R\$ 1.449.562,00	R\$ 241.671,00	R\$ 237.942,00
2020	R\$ 437.120,00	R\$ 304.357,00	R\$ 370.575,00	R\$ 157.057,00	R\$ 154.257,00

Fonte: SIOP – Painel do Orçamento Federal (2022)²⁸

Dessa forma, é evidente que há fraquezas em relação ao desenvolvimento da agroenergia no Brasil não somente por parte da agricultura familiar, mas num panorama nacional. A presente pesquisa pretende se posicionar de modo a incentivar esforços do poder público para contornar esses desafios tanto do ponto de vista regulatório quanto do ponto de vista do investimento direcionado.

3.1.3. *Desafios ao desenvolvimento de iniciativas existentes*

Em relatório publicado pela Diaconia e pelo Instituto 17 relativo ao biodigestor sertanejo, alguns desafios ao desenvolvimento e propagação dessa tecnologia são traçados. Um dos aspectos evidenciados é o fato de que a oferta de capacitação e treinamento para a construção de biodigestores ainda é escasso e, no geral, há baixa oferta de assistência técnica para implementação e manutenção da tecnologia, o que resulta numa insuficiência de pessoas capacitadas para operá-la em maior escala.

Outra fraqueza apontada pelo relatório é a falta de informação acerca do uso de biodigestores – mesmo com o crescente interesse nacional sobre biogás e biometano – e a pouca disseminação e divulgação da tecnologia do biodigestor sertanejo entre o setor empresarial e o

²⁷ <https://www.agroicone.com.br/wp-content/uploads/2020/10/Agroicone-Estudo-Plano-ABC-2020.pdf>

²⁸ [Painel do Orçamento Federal \(planejamento.gov.br\)](https://planejamento.gov.br)

campo governamental. É importante frisar que a adaptação dessa tecnologia a diferentes escalas e regiões do Brasil também depende de pesquisa direcionada e divulgação de informações.

Por fim, o relatório indica a ausência de políticas públicas para o desenvolvimento da tecnologia do biodigestor sertanejo – a exemplo de incentivos com financiamento de bancos públicos e privados e do investimento direto em implementação de biodigestores por parte do poder público. Apesar do relatório voltar-se especificamente para a tecnologia do biodigestor sertanejo, o mesmo quadro de desafios é verdadeiro para muitos outros casos de implementação de biodigestores no meio rural brasileiro, tendo em vista que a região Sul é uma das mais avançadas do país no que diz respeito a incentivos econômicos, pesquisa e políticas públicas nessa direção – e, mesmo assim, as iniciativas são extremamente recentes (Diaconia, 2021)

3.2. Ameaças

A presente seção retoma alguns pontos tratados na seção 2.2., em especial na subseção 2.2.1., a fim de complexificar a análise e, no âmbito da matriz SWOT, apresentar os desafios que permeiam fatores externos e conjunturais ao desenvolvimento da agroenergia pela agricultura familiar no Brasil. Dessa maneira, questiona-se o quanto novas iniciativas legislativas e de política pública, especialmente a nível nacional, são capazes de abarcar as principais problemáticas que permeiam o biogás de um ponto de vista conjuntural, isto é, no contexto do Brasil atual.

3.2.1. O escopo das políticas públicas e do investimento privado

Uma das questões pertinentes que permeiam o recente destaque nacional dado à produção de biogás e biometano – a exemplo do Programa Metano Zero, investimentos em novas usinas por parte do setor privado e o PL 3865/2021 – é se essas atividades de incentivo ao setor serão capazes de contemplar organizações rurais familiares e as necessidades regionais de cada localidade, além de compreender a real sustentabilidade de sistemas agrícolas.

Apesar das vantagens já citadas acerca da produção e uso da agroenergia, há controvérsias a seu respeito. De fato, o biogás apresenta benefícios sobre os combustíveis fósseis no âmbito ambiental por tratar-se de uma fonte renovável de energia e reduzir

consideravelmente os níveis de emissão de gases de efeito estufa. No entanto, seu incentivo de maneira imprudente pode estimular a monocultura e efeitos deletérios para os ecossistemas e a paisagem, uma vez que a fonte desse tipo de energia (biomassa) advém de fatores de produção como a cana-de-açúcar (uso do bagaço para produzir o etanol, por exemplo) e a pecuária (uso de dejetos animais) – fatores que, no Brasil, estão comumente vinculados a processos produtivos agrícolas convencionais, isto é, não sustentáveis (MICHAELSEN; RAMBO; SCHNEID, 2013).

A base produtiva do biodiesel e do etanol, no Brasil, se sustenta no agronegócio, precursor da monocultura e do latifúndio e que, ainda, em alguns casos estão vinculados à exploração do trabalho agrícola e à violação dos direitos humanos (Flexor *et al.*, 2014 *apud* MICHAELSEN; RAMBO; SCHNEID, 2013). Esses biocombustíveis, ainda, estão envolvidos na problemática das disputas de terra no Brasil envolvendo pequenos agricultores e, em certa medida, grupos indígenas como os Guarani Kaiowá (FERRER, 2012).

Assim sendo, no âmbito do desenvolvimento de sistemas de biogás e o aproveitamento da agroenergia, de modo geral, a agricultura familiar tem um papel fundamental na descentralização produtiva, na qual a produção de biogás é integrada à produção de alimentos e promove a diversificação produtiva. Quando essa produção é realizada no âmbito da organização em cooperativas e fazendas coletivas, como tratado no capítulo 2 e em especial na subseção 2.1.3, a sustentabilidade efetiva da produção do biogás é reforçada, uma vez que essa geração energética pode ser associada, em maior escala, a iniciativas como o cultivo de agroflorestas, produção de alimentos orgânicos, etc.

É fundamental, portanto, a institucionalização da agricultura familiar como produtora de energias renováveis. Como abordado no capítulo 2, projetos de pesquisa, casos empíricos e políticas públicas reforçam o desenvolvimento da agroenergia pela agricultura familiar no Brasil, em especial na região Sul. No entanto, é de suma importância que sejam especificados, em especial em novas políticas e projetos de lei, quais mecanismos atuarão para modificar a lógica do desenvolvimento desse tipo de energia, que costumeiramente beneficiam o grande agronegócio, a mecanização, as *commodities* e a acumulação de capital (GOODMAM *et al.*, 1990 *apud* Santos e Werhmann, 2017).

3.3. Considerações finais

Apesar de já haver agentes relevantes envolvidos na promoção da agroenergia pela agricultura familiar, ainda há questões relevantes a serem tratadas, tanto no que diz respeito a fatores estabelecidos (fraquezas) quanto no que diz respeito a fatores externos, de conjuntura (ameaças). O atual cenário nacional reflete baixa taxa de aproveitamento do “pré-sal caipira” e o tratamento ineficiente - tanto do ponto de vista socioeconômico quanto do ponto de vista ambiental - e pouco higiênico de dejetos agrícolas. Ademais, há obstáculos pertinentes à aplicação eficaz da maior política de incentivo do país à agricultura de baixo carbono (Plano ABC) e da linha de crédito associada à mesma (Programa ABC), além de adversidades encontradas em casos de implementação efetiva de biodigestores agrícolas para pequenos agricultores, como é o caso para o biodigestor sertanejo. Esse cenário indica uma insuficiência dos atuais esforços públicos e privados na implementação de sistemas biodigestores no âmbito da agricultura familiar.

No panorama conjuntural/futuro, também há desafios a serem tratados para o desenvolvimento da agroenergia pela agricultura familiar. Apesar da prospecção de grandes montantes a serem investidos na produção de biogás, o escopo dessa aplicação é ameaçado por alguns fatores: o acesso à terra não está contemplado nas ações ligadas ao biodiesel, de modo que as novas políticas, projetos de lei e incentivos da iniciativa privada não especificam procedimento diante da lógica da monocultura e concentração de terras que abarcam a soja, a cana-de-açúcar e a pecuária - principais fontes de biomassa para a produção de biogás - no Brasil.

Tabela 7: Síntese W-T (fraquezas e ameaças)

Fraquezas (Weaknesses)	Ameaças (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> • O potencial não utilizado • Desafios regulatórios e de política pública • Desafios ao desenvolvimento de iniciativas existentes 	<ul style="list-style-type: none"> • O escopo das políticas públicas e do investimento privado

CONCLUSÃO

A motivação para a realização deste trabalho é a ideia do aproveitamento do resíduo (lixo) como um recurso, isto é, uma ferramenta a ser apropriada por pequenos agricultores no Brasil para não somente contribuir com seu próprio bem-estar, mas para impactar o quadro nacional no que diz respeito a gestão socioambiental da agricultura. Além disso, outro aspecto motivador da pesquisa é o fato de que diversas iniciativas de incentivo ao biogás – constituição de políticas públicas, formação de projetos de lei, investimentos por parte do setor privado – estão sendo delineadas no período recente, portanto é interessante estabelecer diretrizes para que o escopo das mesmas seja agregador e eficiente. À luz de uma análise SWOT, a presente pesquisa levantou forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para a concretização dessa agenda. Os resultados obtidos estão sintetizados na Tabela 7.

Tabela 7: SWOT para a produção da agroenergia pela agricultura familiar

Strengths (Forças)	Opportunities (Oportunidades)
<ul style="list-style-type: none"> • O potencial energético e produtivo do biogás pela agricultura familiar na região Sul • O Plano ABC • Casos práticos de produção de agroenergia pela agricultura familiar 	<ul style="list-style-type: none"> • O Programa Metano Zero e o estímulo do setor privado • Biodigestor sertanejo • O projeto de lei 3865/2021 • Políticas de incentivo e projetos de lei na região Sul
Fraquezas (Weaknesses)	Ameaças (Threats)
<ul style="list-style-type: none"> • O potencial não utilizado • Desafios regulatórios e de política pública • Desafios ao desenvolvimento de iniciativas existentes 	<ul style="list-style-type: none"> • O escopo das políticas públicas e do investimento privado

O capítulo de *Materiais e Métodos* da presente pesquisa delinea o que é o objetivo de utilização da matriz SWOT como ferramenta principal de análise e organização do texto. Além disso, apresenta dados do Censo Agropecuário e a dinâmica de estudos de caso, a serem utilizados como insumo argumentativo no decorrer dos demais capítulos.

No capítulo 1 da pesquisa, é possível concluir averiguar que, atualmente, a produção de biogás na região Sul do Brasil, apenas no que diz respeito à pecuária em estabelecimentos de agricultura familiar, é capaz de suprir demandas de importação do país. Esse potencial, no entanto, não é utilizado, como é demonstrado no capítulo 2, de modo que resíduos animais são, em sua maioria, mal gerenciados no país, o que representa agravantes ambientais, climáticos e sociais. Sendo assim, a produção de biogás em biodigestores representa não somente um potencial no que diz respeito a produção energética renovável no Brasil, mas de mitigação de emissões GEE numa fonte central de emissões no contexto brasileiro: agricultura e pecuária.

O maior programa de incentivo nacional a uma agricultura de baixo carbono (Plano ABC) – e, portanto, também de manejo adequado de resíduos e produção do biogás – apresenta problemáticas em seu escopo que limitam seu desenvolvimento de maneira efetiva, de modo que a não utilização do potencial de produção do biogás no país é agravada. No que diz respeito a iniciativas práticas desse tipo de geração energética, a região Sul se destaca, novamente, por seu pioneirismo por parte de agricultores familiares organizados em condomínios. Um dos objetivos da presente pesquisa, no entanto, é que o desenvolvimento da agroenergia pela agricultura familiar não se limite somente à região Sul do Brasil, e a iniciativa de implementação do biodigestor sertanejo ilustra como isso pode se tornar uma realidade. No entanto, o “olhar público” e o incentivo, principalmente no que diz respeito a pesquisa e desenvolvimento tecnológico, são essenciais para que as barreiras presentes na disseminação da tecnologia do biodigestor sertanejo sejam superadas.

Mesmo diante dessa insuficiência, é possível observar na seção referente a *Oportunidades* o quanto há uma “empolgação” nacional recente diante da perspectiva da produção e comercialização do biogás no Brasil, com políticas e projetos de lei sendo delineados para facilitar e regularizar projetos e investimento nessas iniciativas. No caso da região Sul, localidade a qual a pesquisa destaca como exemplo, muitas das políticas e projetos de lei contemplam, inclusive, o desenvolvimento tecnológico associado ao incentivo da geração agroenergética para que a mesma possa se perpetuar no futuro e aprimorar.

No entanto, para que essas novas iniciativas sejam efetivas, é necessário que levem em consideração a diferença entre renovável e sustentável e incorporem a perspectiva da geração da agroenergia pela agricultura familiar. Por isso, a presente pesquisa coloca em perspectiva o atual uso da biomassa para a geração energética no Brasil – associado ao latifúndio e à monocultura.

O biogás é uma fonte de energia renovável, uma vez que a fonte de sua produção energética é naturalmente renovada - animais continuarão a produzir esterco e fontes vegetais de biomassa crescem do solo. No entanto, para que seja também uma fonte de energia **sustentável**, é necessário que o modelo produtivo por trás das fontes de biomassa também o seja. Nesse sentido, o papel da incorporação da agricultura familiar - e, em especial, o modelo de organização desses agricultores em propriedades rurais coletivas - amplia benefícios sociais (geração de renda, redução de custos, bem-estar, ganhos de escala) e ambientais (o uso de biofertilizantes na produção agrícola, utilização de técnicas de cultivo integrado, tal qual a integração lavoura-pecuária-floresta e maior escala) resultantes dessa geração energética. Assim, a agricultura familiar e sistemas coletivos de produção rural têm o potencial de tornar a produção de agroenergia não somente renovável como também, de fato, sustentável.

Referências bibliográficas:

- ALVES, Helton José; ARAÚJO, Carlos H. Coimbra; COSTA, Izabela Regina; FRIGO, Elisandro Pires; FRIGO, Michelle Sato; JÚNIOR, Cicero Bley; MARIANE, Leidiane. **Brazilian case study for biogás energy:** Production of electric power, heat and automotive energy in condominiums of agroenergy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v.40, p. 826–839, 2014
- BENZAGHA, M. A., ELWALDA, A., MOUSA, M. M., ERKAN, I., & RAHMAN, M. **SWOT analysis applications:** An integrative literature review. *Journal of Global Business Insights*, 6, 55-73., 2021 <https://digitalcommons.usf.edu/globe/vol6/iss1/5/>
- Instituto 17, Diaconia. **Biodigestor Sertanejo:** Tecnologia social para o fortalecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Relatório técnico 05-2022. São Paulo/SP, 2022
- BLAIR, J., GAGNON, B., and KLAIN, A. **Biomass Supply and the Sustainable Development Goals.** International case studies. IEA Bioenergy, 2021
- BUHRING, Gladis Maria Baches; SILVEIRA, Vicente Celestino Pires. **O biogás e a produção de suínos do Sul do Brasil.** *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 2016
- CHEN, W., KIM H., YAMAGUCHI H. **Renewable energy in eastern Asia:** Renewable energy policy review and comparative SWOT analysis for promoting renewable energy in Japan, South Korea, and Taiwan. *Energy Policy* 74, 319-329, 2014

DENA (Deutsche Energie-Agentur). Biogas Potential in Rio Grande do Sul, Brazil. An examination of the potential for biogas from pig production, 2010

FERRER, Francisco Adegildo. **Os Guarani Kaiowá**. Revista do Instituto do Ceará, 2012

FILIPPI, Amanda C. G.; GUARNIERI, Patricia.; CARVALHO, José Marcio.; REIS, Silvia Araújo.; CUNHA, Cleyzer Adrian.; **New configurations in Brazilian agribusiness: rural warehouse condominiums**. Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies Vol. 10 No. 1, pp. 41-63, 2020

GOODMAM, David, SORJ, Bernardo e WILKINSON, John. **Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

LOFHAGEN, J. C. P.; BOLLMANN, H. A.; SCOTT, C. **Collective agroenergy generation in family agriculture: the Ajuricaba Condominium case study in Brazil**. R. Technol. Soc., Curitiba, v. 14, n. 34, p. 35-61, out./dez. 2018.

MATHIAS, J. F. C. M. **Manure as a resource: livestock waste management from anaerobic digestion, opportunities and challenges for Brazil**. International Food and Agribusiness Management Review, 17 (1030-2016-83037), 87-110, 2014

MICHAELSEN, Alexandra Munaretti; RAMBO, Anelise; SCHNEID, Sergio. **Produção de Agroenergia pela Agricultura Familiar: a contribuição dos “pequenos” empreendimentos aos “grandes” problemas atuais**. REVISTA PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO, Curitiba, v.34, n.125, p.163-189, jul./dez. 2013

NILSSON, Jerker. **Agricultural Cooperative Development and Institutional Change: Swedish Examples from 1990 to 2020**. Int. J. Food System Dynamics 13 (2), 115-127, 2022

SUGIARTO, T. **Strategies analysis in Aw Resto: Evidence from Jakarta**. Business and Management, 9, 262- 277, 2017

RAHMAN, K. M., EDWARDS, D. J., MELVILLE, L.; EL-GOHARY, H. **Implementation of bioenergy systems towards achieving United Nations’ sustainable development goals in rural Bangladesh**. Sustainability, 11(14), 3814, 2019

SANTOS, Gesmar; WEHRMANN, Magda. **AGROENERGIA NO BRASIL: FRAGILIDADES, RISCOS E DESAFIOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**. Fortaleza, 28 a 30 de novembro de 2007.

SUGIARTO, T. (2017). **Strategies analysis in Aw Resto**: Evidence from Jakarta. *Business and Management*, 9(2), 262- 277

WENNINGKAMP, K.R.; SCHMIDT, C.M. **Teorias da ação coletiva no campo do Agronegócio**: uma análise a partir de teses e dissertações (1998-2012). *Desenvolvimento em Questão*. Editora Unijuí, n. 35, p. 307-343, jul/set 2016

ZHANG, L., ZHAO, Z., ZHANG, J., & DING, L. **Research on the strategic choice of brand development of agricultural products in Jilin Province driven by financial service innovation** [Paper Presentation]. *International Conference on Management Science and Industrial Economy*, Guangzhou, China, 2019