

BIOMETANO EM SANTA CATARINA: OS MODELOS DE POMERODE E ITAPIRANGA COMO INSPIRAÇÃO PARA BRAÇO DO NORTE

Leonardo Mosimann Estrella ¹

Cósme Polêse Borges ²

Isa de Oliveira Rocha ³

José Messias Bastos ⁴

RESUMO

Com base no destacado potencial de geração de biometano em Santa Catarina, o trabalho apresenta o modelo em implantação em Itapiranga, no Extremo Oeste do estado, e a descontinuidade de projeto executado em Pomerode, no Vale do Itajaí, como referências para aproveitar dessa forma energia renovável em Braço do Norte, no Sul do estado, tendo como fonte os dejetos da suinocultura. O referencial teórico-metodológico considera a interdependência das seguintes categorias: modo de produção; formação social; e espaço (Milton Santos), além da lógica urbano-industrial como produto dessas três categorias e pêndulo de desigualdade regional no Brasil (Ignacio Rangel), e ainda o papel dos oligopólios do mercado energético como ponto de resistência/atraso ao processo de transição e remodelação de matrizes (Armen Mamigonian). Além disso, como base de sustentação empírica para a pesquisa, utiliza a realidade da concentração verificada na aplicação do uso do gás natural na Fachada Atlântica catarinense, a possibilidade de promover novas alternativas de operação de infraestruturas energéticas como modal GNL, redes de gasodutos isoladas e aproveitamento de biometano (Leonardo Estrella). Como resultado, o estudo alerta que a viabilidade de projetos de produção de biometano exige investimentos, normatizações e leis a serem promovidas pelos estados subnacionais, e que os programas de produção devem ser vinculados ao cooperativismo da suinocultura catarinense. Ao avaliar as potencialidades do biometano em Braço do Norte, mostra oportunidades em razão da demanda industrial do ramo ceramista local e da importante concentração produtiva de suínos na região.

Palavras-chave: biogás, Santa Catarina, gás natural, suinocultura, desenvolvimento regional.

¹ Administrador pela UFSC. Possui especialização em Gestão Estratégica de Pessoas, Gerenciamento de Crises, Gestão da Comunicação Pública e Marketing para Gestão Empresarial. Mestre e doutorando em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental (PPGPLAN) pela UDESC. Gerente de regulação na ARESC. Coordenador do Núcleo de Estudo, Pesquisa e Observatório de Gás Natural da Vision Gas – leo@visiongas.org.

² Engenheiro de Produção com habilitação mecânica (UDESC). Foi bolsista do CNPq pelo programa Ciência sem Fronteiras na University of Liverpool. Mestre e doutorando em Engenharia de Produção pela UFSC, pesquisando sistemas de inovação nas cadeias do gás natural, biometano e hidrogênio verde. Atualmente desenvolve projetos no Fraunhofer Institute for System and Innovation Research e com o Institute for Economic Research and Policy (Universidade de Bremen) – cosme.polese@hotmail.com.

³ Professora Titular do Departamento de Geografia e do PPGPLAN da UDESC. Possui graduação em Geografia Bacharelado (1984), Geografia Licenciatura (1986), mestrado em Geografia (1994) pela UFSC, doutorado em Geografia Humana (2004) pela USP e pós-doutorado na Bridgewater State University (Massachusetts) – isa.rocha@udesc.br.

⁴ Professor Titular do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSC. Possui graduação (1980) e mestrado (1996) em Geografia pela UFSC e doutorado em Geografia pela USP (2002). Editor-chefe do periódico "Cadernos Geográficos" e da série "Livros Geográficos". Coordena o Instituto Ignácio Rangel (IIR) e o Laboratório de Estudos Urbanos e Regionais (Labeur – UFSC) – j.bastos@ufsc.br.

RESUMEN

Considerando el extraordinario potencial de generación de biometano en el estado brasileño de Santa Catarina, el trabajo presenta el modelo en implantación en el municipio de Itapiranga, en el extremo occidental, y la interrupción de un proyecto realizado en la ciudad de Pomerode, en el Valle del Itajaí, como referencias para la utilización de esta forma de energía renovable en Braço do Norte, en el sur del estado, utilizando como fuente los residuos de porcicultura. El marco teórico-metodológico considera la interdependencia de las siguientes categorías: modo de producción; formación social; y espacio (M. Santos), también la lógica urbano-industrial como producto de estas tres categorías y el péndulo de la desigualdad regional en Brasil (I. Rangel) y el papel de los oligopolios del mercado energético como punto de resistencia al proceso de transición y remodelación de las matrices (A. Mamigonian). Además, como base para el apoyo empírico de la investigación, utiliza la realidad de la concentración observada en la aplicación del uso del gas natural en la costa atlántica de Santa Catarina, la posibilidad de promover nuevas alternativas para la operación de infraestructuras energéticas como el GNL, redes de gasoductos aislados y el uso de biometano (L. Estrella). Como resultado, el estudio señala que la viabilidad de los proyectos de producción de biometano requiere inversiones, reglamentos y leyes que deben ser promovidos por el Estado y que los programas de producción deben estar vinculados a la cría cooperativa de porcinos en Santa Catarina. Al evaluar el potencial del biometano en Braço do Norte, señala oportunidades debidas a demanda industrial de la cerámica local y a la importante concentración espacial de la producción porcina identificada en la región.

Palabras clave: biogás, Santa Catarina, gas natural, porcicultura, desarrollo regional.

1 INTRODUÇÃO

Em Santa Catarina o gás natural se desenvolveu por demanda de ramos industriais termointensivos, fato associado também à localização espacial das infraestruturas de transporte e distribuição de rede, o que levou à concentração da maior parte do consumo na Fachada Atlântica do território. Essa realidade auxiliou no desenvolvimento desse sistema de abastecimento suportado pela diversificação e especialidade regional dos tipos industriais, como elemento influenciador e derivado da realidade da formação socioeconômica do estado. Com isso, os ramos cerâmico ao sul, metal-mecânico a nordeste e têxtil no Vale do Itajaí se tornaram, nessa ordem, os principais segmentos de consumo (Figura 1) dessa nova forma de energia que só no ano 2000 teve sua operação iniciada no espaço catarinense. Nesse contexto, diante das suas especificidades produtivas regionais com baixa demanda de energia e considerando também o baixo desempenho da concessionária⁵ que opera o serviço de distribuição canalizada do insumo, as regiões mais ocidentais do estado não foram

⁵ A partir do censo 2022 do IBGE, o *share* do mercado não térmico da concessionária apresentava estes índices (dez. 2022): residencial (0,78%), comercial (0,03%), automotivo (1,93%) e industrial (0,74%). No caso do segmento térmico, não havia clientes abastecidos com gás natural em Santa Catarina, embora duas termelétricas que devem consumir o insumo estejam em implantação nos municípios de Gaspar e Trombudo Central.

priorizadas, o que explica o fato de diversos municípios no Oeste Catarinense ainda carecerem desse abastecimento em 2023⁶.

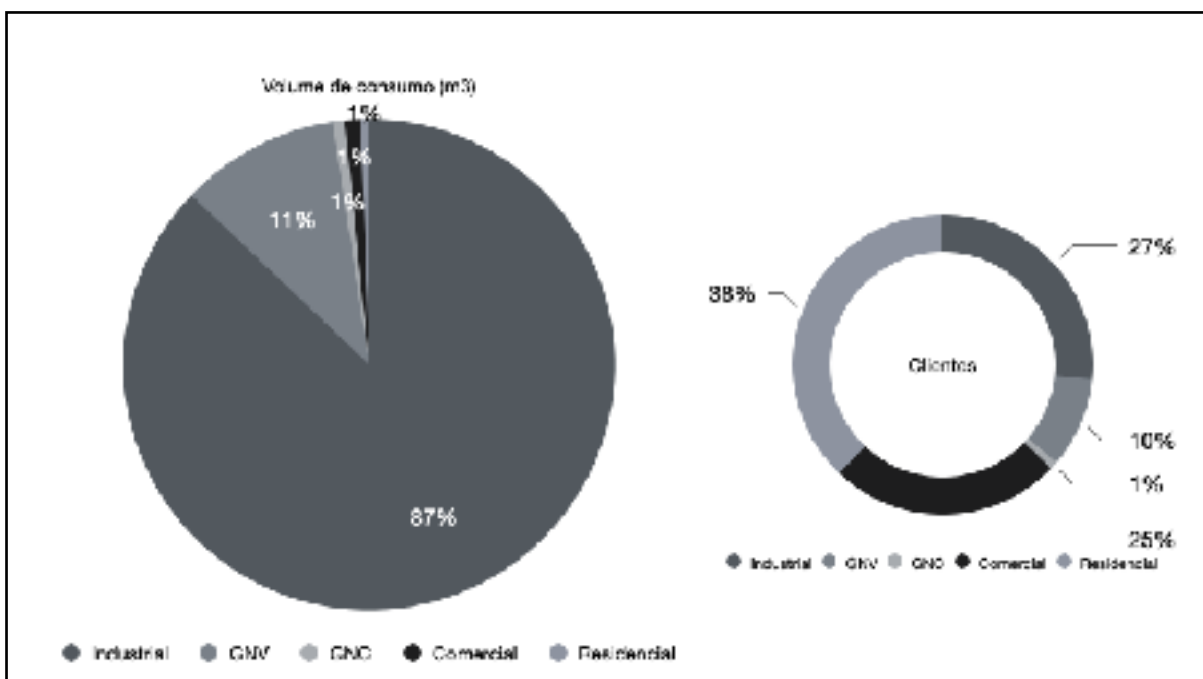


Figura 1 - Participação dos mercados de consumo de gás natural em SC

Fonte: Vision Gas (2023).

Como consequência, enquanto o gás natural contribui para promover o desenvolvimento de regiões e municípios atendidos, acaba por atrasar o desempenho produtivo de espaços que não contam com a oferta do insumo, como nestes três casos: a Cebrace, que produz vidros planos, se instalou em Barra Velha no ano de 2004, pela ausência da oferta do insumo na cidade de Lages; em 2010, um grupo de produtores de telhas esmaltadas, de Sombrio, teve de optar entre deslocar suas plantas para cidades abastecidas ou fechar as operações; em 2014, a BMW optou por instalar sua operação em Araquari, região abastecida e industrializada que formou um novo polo com a implantação de mais de uma dezena de novas fábricas que surgiram para atender à montadora de automóveis (Estrella, 2023).

⁶ A concessionária estadual divulga que atende 70 municípios catarinenses, mas ao avaliar essa informação, Estrella (2023) identificou que somam oito as cidades sem cliente algum interligado e 16 com um consumidor apenas. São espaços onde a rede é implantada para atender outras localidades, servindo de passagem.

Conhecer o processo de formação da infraestrutura de gás natural no território catarinense a partir do seu caráter produtivo é importante para auxiliar na definição do papel que cabe ao biometano (gás natural renovável produzido a partir do biogás, que por sua vez produz o biometano através de biodigestores), visando a enfrentar a realidade desigual encontrada na oferta desse combustível gasoso e com alto poder calorífico. Convém salientar que o biometano possui características físico-químicas similares às do gás natural, e no Brasil a regulamentação permite a sua operação associada às redes de gasodutos de gás natural na modalidade dedicada (redes isoladas e locais) ou, se necessário, de forma integrada ao sistema operado pelas concessionárias estaduais.

Além disso, outro fato evidencia a importância dessa forma de energia: não se trata de um combustível fóssil como o gás natural, e sua geração e produção se enquadram como forma renovável de energia, que auxiliaria a disponibilizar novas alternativas de renda rural, enquanto contribuiria no combate aos malefícios causados pela ausência de tratamento adequado de dejetos de animais e de resíduos sólidos urbanos, além de atender a diversos outros Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (agricultura sustentável e saneamento). Como estado brasileiro com o maior plantel de suínos⁷, Santa Catarina possui elevado potencial de geração de biometano (Figura 2) que, se explorado, poderia mais que dobrar a oferta de gás natural ao mercado de consumo estadual, de cerca de dois para quatro milhões de m³ por dia, num cenário que,⁸ segundo a Abiogás, reúne potencial de gerar 3,18% do biogás do país.

A Figura 2 traz outra informação importante para subsidiar projetos de produção dessa energia renovável ao indicar que municípios das regiões Oeste e Extremo Sul do estado, carentes de oferta de gás natural e de infraestrutura de rede instalada, são exatamente os que concentram potencialidades de geração de biometano (indicado pelas manchas verdes mais escuras), especialmente se forem considerados os rejeitos da produção da proteína animal

⁷ O abate de suínos em Santa Catarina responde historicamente por quase 30% do total nacional (ABCS, 2016).

⁸ Santa Catarina possui apenas um gasoduto de transporte que abastece o estado e a Região Sul do país, além de parte de São Paulo. Essa infraestrutura (Gasbol) já operou perto do limite e acima da sua capacidade (Estrella, 2023). A partir de 2020, o consumo de gás natural vem caindo com a crise de preço (tarifa aplicada ao mercado consumidor catarinense), registrando nos três primeiros trimestres de 2023 uma retirada cerca de 25% menor do que o consumido no ano anterior (VISION GAS, 2023).

como principal fonte do combustível⁹. No estado foram identificados 38 municípios com projetos de biogás e biodigestores instalados, todos eles com geração de baixos volumes do insumo para aplicação local.

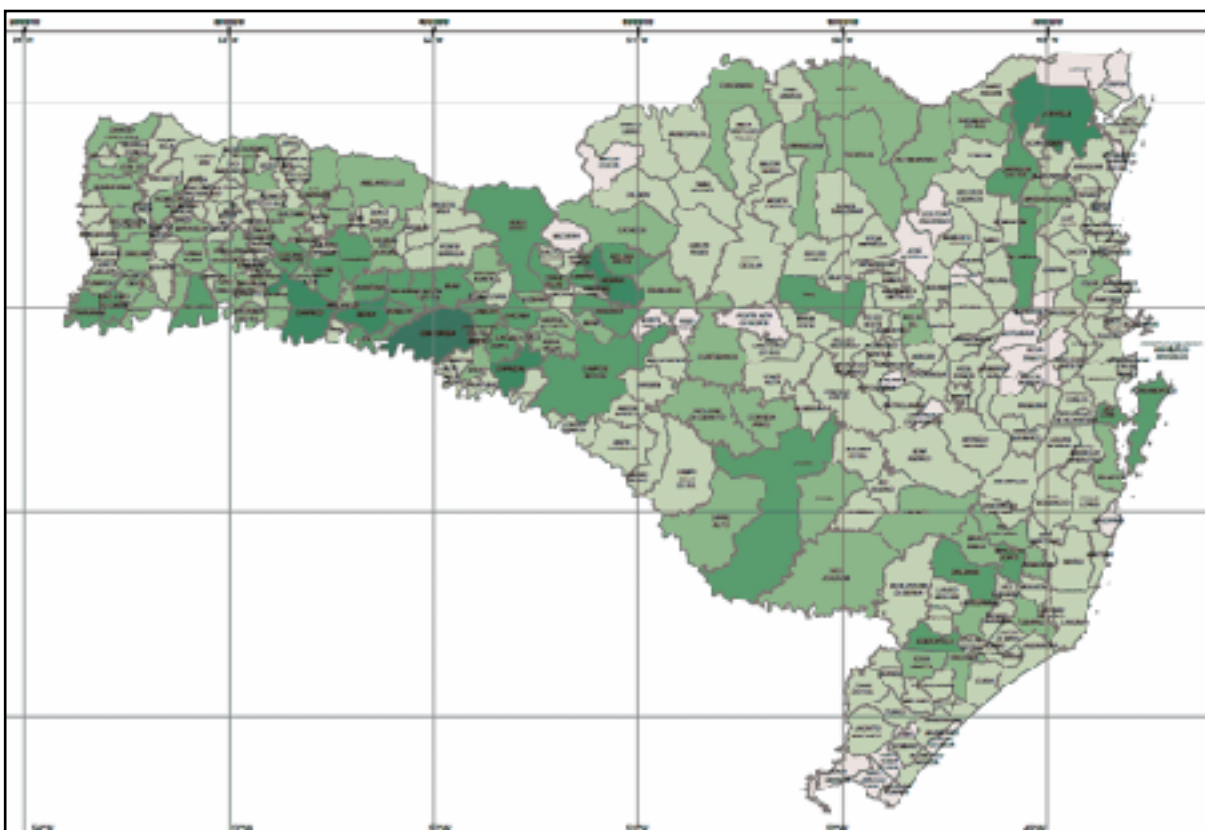


Figura 2 - Potencial de geração de biogás em SC

Fonte: Belli Filho (2009).

Nesse contexto, o artigo apresenta dois modelos de aproveitamento de biogás e geração de biogás com escala suficiente para produzir biometano, aplicados nos municípios de Pomerode, no Vale do Itajaí, e Itapiranga, no Extremo Oeste catarinense, como forma de inspirar, a partir das barreiras e oportunidades identificadas, a concepção de um projeto que poderia atender a região de Braço do Norte, em razão dos inúmeros desafios que o município e a região enfrentam no desenvolvimento da suinocultura como sua principal atividade

⁹ O levantamento de Belli Filho (2009) identificou que o potencial total de geração de metano em Santa Catarina pode chegar a 2.918.107 de m³/dia, sendo 85% como fonte de dejetos de animais, 10% de resíduos sólidos, 3% de efluentes industriais e 2% de esgoto sanitário. Esse volume total correspondia a um crescimento de oferta de 80%, considerando o volume médio distribuído pela concessionária aos consumidores catarinense em setembro de 2023.

econômica. A abordagem da temática também é considerada importante por colocar a transição energética como possibilidade que merece atenção do estado catarinense e de suas forças produtivas, ao considerar os recursos que poderiam ser gerados com a melhora do desempenho de atividades econômicas já consolidadas.

Em paralelo, assume-se que soluções locais de geração de energia apresentam diversas vantagens, entre as quais a possibilidade de compreender as especificidades, possibilidades e desafios que eventualmente ficam nebulosos quando se analisa o território (nesse caso um estado subnacional) como um todo. Também porque em Santa Catarina as especificidades regionais se evidenciam mais que em outros estados brasileiros, em decorrência do seu processo de formação, que inibiu a produção de uma grande metrópole que concentraria as atividades industriais, comerciais, a população e os fluxos e redes urbanos.

Com isso, além desta apresentação que delimita a temática e sua conjuntura, o artigo contempla os suportes teórico-metodológicos da pesquisa; discorre sobre os projetos de geração de biometano instalados e operados em Pomerode e Itapiranga; aponta caminhos para que a região de Braço do Norte possa gerar e aproveitar seu potencial de biometano; e, por fim, comenta os resultados obtidos com a pesquisa, sugerindo que essa temática seja incluída na agenda política de Santa Catarina. Tais resultados decorreram de escritos que avançaram com a defesa e debate do resumo da pesquisa no XV Enanpege, realizado de 13 a 19 de novembro de 2023 em Palmas do Grupo de Trabalho 21, denominado Formações sócio-espaciais: progresso técnico no espaço urbano e agrário.

2 SUPORTES TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Como base teórica, este trabalho empresta o conceito de formação sócio-espacial de Santos (1977; 2014), uma ferramenta analítica indissociável do concreto, representado por uma sociedade historicamente determinada. Considera, com isso, a interdependência das categorias modo de produção, formação socioeconômica (Marx, 2017) e espaço. Nessa perspectiva, assume também que a lógica urbano-industrial brasileira é produto dessas três categorias, que permite a formação de desigualdades regionais acentuadas (Rangel, 2012;

Mamigonian, 2011). Isso também se identifica em Santa Catarina, no setor do gás natural, com sua destacada concentração (rede, oferta e aplicação) na Fachada Atlântica do território (Figura 3), ao formar esse tipo de infraestrutura como subordinada ao consumo termointensivo de ramos industriais (2000-2018) e, a partir de 2019, migrando mais acentuadamente aos espaços urbanos concentrados e verticalizados (Estrella, 2023).

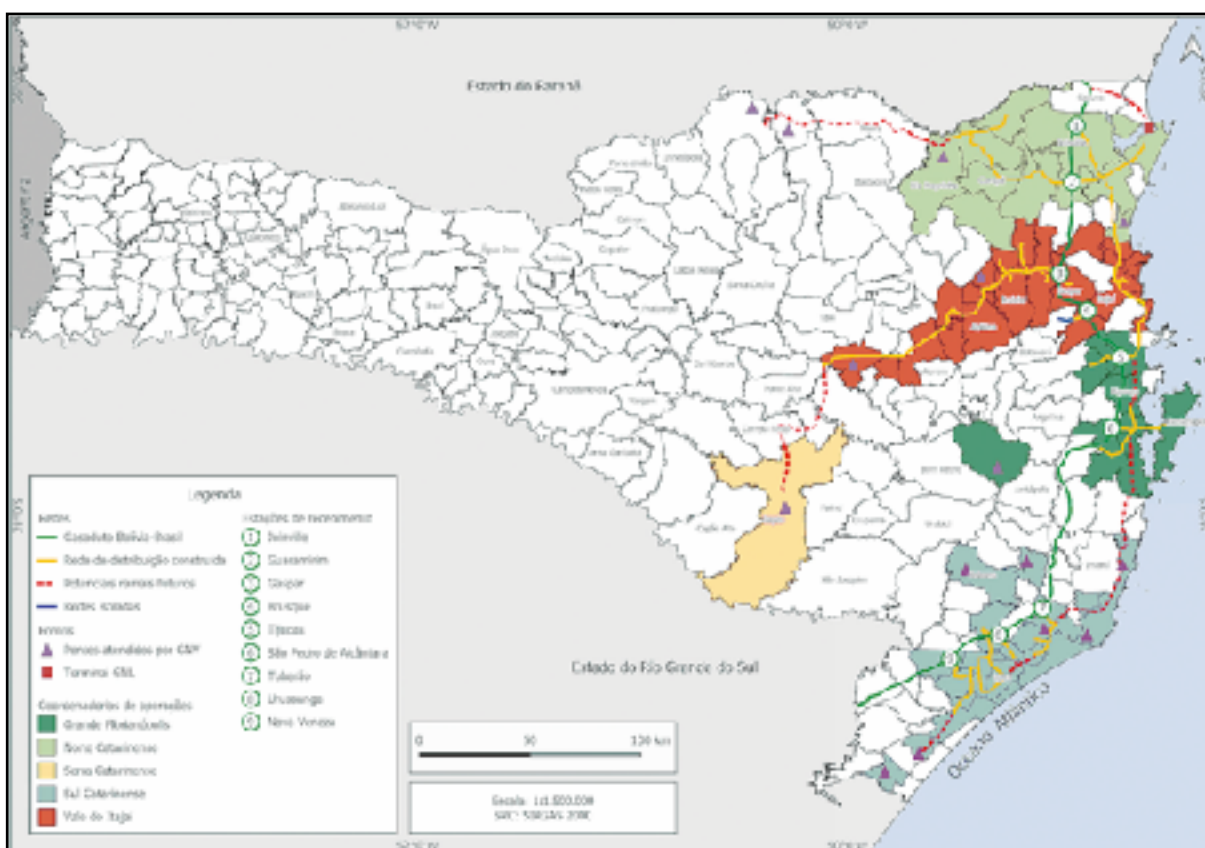


Figura 3 - Infraestrutura de transporte e distribuição de gás natural em SC

Fonte: Elaboração de Laura Holme - Geolab-Faed-UDESC (2022)

Além disso, compreende-se que esse elemento energético desempenha papel de destaque na disputa geopolítica mundial de hoje (Estrella; Rocha, 2023a) e que, em geral, setores oligopolizados (como o da energia, especialmente as de origem fóssil) se comportam como principais inibidores do processo de desenvolvimento de novas ou novíssimas técnicas, destacadamente em países classificados como colônias ou semicolônias (Mamigonian, 2001). Isso coloca o gás natural, em associação ao petróleo, como protagonista na resistência ao avanço da participação do biometano na matriz energética brasileira. Nesse caso, entendemos que apenas o papel estatal pode romper essa força abstrata, como se constata hoje com o

Governo Federal (2023-2026) ao induzir a Petrobras, como principal empresa nacional, a desempenhar papel fundamental no desenvolvimento de políticas voltadas à transição energética e ao desenvolver o programa “Gás para Empregar” Neste caso, o biometano pode estar contemplado como nova forma de energia que, além de ser uma opção de oferta adicional de suprimento de comprovada vantagem ambiental, geraria uma nova fonte de renda rural (Estrella, 2023). Como renda nesses espaços, entende-se a oferta do gás gerado no local ao ser incluída a opção de consumo na propriedade para gerar energia elétrica e utilizar o saldo dos efluentes tratados para produzir biofertilizantes em espaços dependentes da importação desse insumo (Pedrão; Rocha, 2020).

Salienta-se que os componentes principais do biogás são o metano (CH_4), variando entre 40% e 60%, e o dióxido de carbono (CO_2) oscilando entre 30% e 40%. Na sua composição há também outros gases corrosivos, mas em frações bem menores. Convém esclarecer que, quanto maior a concentração de metano, maior é a produção de energia, havendo ainda a possibilidade de aproveitar o CO_2 para outros fins, como na produção de metanol (Borges et al., 2021). Essa mistura gasosa resulta da degradação anaeróbia da matéria orgânica dos resíduos sólidos depositados em aterros sanitários e dos efluentes industriais e de esgotos domésticos tratados pelo processo anaeróbio. Sua geração se dá por processo natural que ocorre em pântanos, manguezais, lagos e rios e também em diversos resíduos orgânicos, como esterco de animais, lodo de esgoto, lixo doméstico, resíduos agrícolas, efluentes industriais e plantas aquáticas (Gusmão, 2008).

A purificação de biogás contempla a remoção do CO_2 , do enxofre e, eventualmente, de nitrogênio (N_2) para melhorar seu poder calorífico. Essa purificação tem como objetivo elevar o biogás para níveis próximos ao do gás natural (Andrade, 2010), passando este a ser então denominado biometano (Veiga, 2016). Com o metano isolado, este seria potencial fonte alternativa de hidrogênio renovável, podendo ser utilizado em células de combustível para geração de energia (Mello, 2017). O aproveitamento com recuperação de energia do biogás pode se dar por meio da combustão ou da geração combinada de eletricidade e de calor (Silva, 2015).

Entre as vantagens da produção e da utilização dessa fonte renovável estão: processo natural de tratamento de resíduos orgânicos; exigência menor de espaço que os aterros

sanitários ou a compostagem; diminuição do volume de resíduos a ser descartado; produção de combustível de alta qualidade; ampliação dos benefícios da reciclagem e do reaproveitamento da matéria orgânica; produção do biofertilizante como resíduo rico em nutrientes e livre de microorganismos patogênicos; redução significativa das emissões de CO₂ e de CH₄ na atmosfera; redução da geração de odor em espaços habitados, de chorume e de contaminação do lençol freático; e possibilidade de mitigar gastos com eletricidade, transporte de botijão de gás, esgoto e descarte dos demais resíduos (Gusmão, 2008).

Segundo Borges et al. (2021), desde a década de 1990 o biogás é a terceira fonte de energia que mais cresce no mundo, atingindo índice acima de dois dígitos por ano, e seria garantidor de cerca de 6% do fornecimento global de energia primária. No Brasil, o biometano representa um potencial energético similar ao entregue por Itaipu, porém de forma totalmente descentralizada, exigindo políticas de incentivo. Segundo Borges et al. (2023), a instauração do programa de biocombustíveis RenovaBio permitiu que produtores de biometano também fossem produtores de créditos de descarbonização, desde que o biometano tenha utilização no setor de transportes. Porém, o instrumento que requer dos distribuidores de combustíveis a aquisição mandatória dos créditos não incluiu as concessionárias do gás natural, havendo assim espaço para um programa mais focado no biometano, como um RenovaGás.

Assume-se também que existem recursos energéticos disponíveis no plano das chamadas energias limpas e que a busca pela autonomia energética se condiciona à estratégia de gestão integrada das formas de energia, que depende das atividades políticas, ou seja, do Estado como coordenador e fomentador do processo de transição. No caso brasileiro, como barreiras e/ou limitadores destacam-se: a incapacidade de investimento das unidades produtivas dos suinocultores; a necessidade de maior protagonismo estatal expresso por meio de leis, regulação e incentivos fiscais; o fato de os grandes projetos de geração de biometano nacionais terem sido subsidiados (Roitman, 2021); e a ausência de oferta de grandes volumes de biometano e de capacidade concorrencial em preço com os fornecedores de gás natural (Estrella, 2023), em resposta às chamadas públicas das distribuidoras de gás natural nacional.

É oportuno enfatizar que está em curso no país estudo de viabilidade de aproveitamento dessa forma de energia em frotas pesadas em substituição ao diesel, projeto

chamado de “Corredores Azuis” pela Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Natural Canalizado (Abegás). O projeto prevê o abastecimento por rede de postos instalados nas principais rodovias que cortam o Brasil no sentido norte-sul, possibilitando ampliar a oferta de metano (gás natural e biometano) ao segmento de transporte de passageiros e cargas, revigorando o Gás Natural Veicular (GNV) que apresenta queda de participação em frotas leves em Santa Catarina (Estrella; Rocha, 2023b). Esse tipo de projeto está mais desenvolvido e maduro no estado de São Paulo (Ferraz Junior, et al. 2022).

Nossos fundamentos teóricos incluíram: o levantamento documental referente à produção da suinocultura catarinense; o potencial de geração de biogás e biometano no estado; e as representações geográficas e territoriais da infraestrutura de transporte e distribuição de gás natural em Santa Catarina, assim como sua aplicação no espaço urbano-industrial. Contudo, o método de pesquisa incluiu também: a pesquisa de campo através de entrevistas com responsáveis pelo projeto de biogás em fase final de implantação em Itapiranga; observação espacial da suinocultura de Braço do Norte; visita ao projeto de biodigestor desenvolvido e descontinuado em Pomerode e entrevistas com especialistas do setor, questões colocadas nos próximos itens do artigo.

3 OS EXEMPLOS DE POMERODE E ITAPIRANGA

3.1 Pomerode

Em 2014, no município de Pomerode, foi inaugurada uma unidade de compostagem com aplicação de serragem para fertilizante, iniciada em 2011. Além de gerar energia, o objetivo do projeto era combater o passivo ambiental gerado pelo estrume suíno que era armazenado em lagoas abertas, podendo afetar a água subterrânea ou as águas de superfície¹⁰ que são filtradas para o uso como água potável.

Foram mais de R\$ 350 mil investidos no biodigestor (Foto 1), viabilizado através de parceria entre as empresas catarinenses Brasil Clean Energy, de Balneário Camboriú, e Eco Conceitos, de Pomerode, subsidiária no Brasil da empresa alemã de tecnologia em biogás Archea Biogás América Latina. Compuseram também a sociedade a família Prayon (Hering

¹⁰ Estudo de Hadlich e Scheibe (2007) alerta que a suinocultura local se constitui numa estrutura operacional e física que sustenta a poluição de rios com a criação dos animais (produção) e a industrialização (abate por abatedouros-frigoríficos instalados em bacias).

S.A.) e a Biogaspark do Brasil Ltda. O projeto se desenvolveu nas seguintes fases: em 2011 a construção de uma unidade de compostagem usando serragem para formar fertilizante no estrume suíno; em 2012 a lagoa de estrume aberta existente foi eliminada; em 2013 foi iniciada a construção da usina para um ano depois a unidade entrar em operação.



Foto 1 - Usina de biogás em Pomerode
Fonte: Leonardo Mosimann Estrella (2014)

Com o modelo do projeto de biodigestor e principais equipamentos importados da Alemanha, para a geração da energia foram adotados, além de dejetos suínos (400 matrizes de reprodução e 30 m³ de estrume de suíno por dia), o aproveitamento do soro do leite, com foco inicial na geração distribuída (gerador de 75 KW) que aplicava energia elétrica na rede e abastecia a demanda da própria usina. Eram produzidos também 100 m³ de biogás por hora, transformado em gás natural¹¹ em purificador de água e depois vendido em tanques pressurizados para aplicação industrial, sendo os resíduos transformados em fertilizante numa unidade de compostagem e vendido em sacos a clientes finais.

¹¹ O gás gerado pelas fezes suínas é filtrado para retirar moléculas de enxofre, evitando o mau cheiro, e por um processo de hidrólise, antes de entrar nos reatores isolados de biodigestão 100%, que são dotados de um movimentador de substrato e têm temperatura e acidez controladas.

Entre as restrições do projeto, identificou-se a dificuldade de ampliar o recebimento de material orgânico na lagoa coberta; que a purificação do biogás com compressão do biometano gerado para o modal GNC não foi viabilizada, impedindo o atendimento ao mercado automotivo; que não aconteceu a intermediação comercial com o mercado, que seria liderada pela distribuidora estadual de gás natural, aguardando na época marco regulatório do setor pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Brasil (ANP)¹²; e verificou-se que os equipamentos alemães deveriam ser adaptados para operar em países tropicais e para as características físico-químicas do gás gerado em Pomerode. Com isso, a Archea não manteve a operação da usina, entregando as instalações à propriedade rural, que descontinuou o projeto.

3.2 Itapiranga

Neste projeto entrará em operação um sistema de rede de gasodutos em espaço rural no município de Itapiranga¹³ que abastecerá, com biogás, uma turbina de reação para geração distribuída, que estará conectada ao sistema de distribuição de energia elétrica local. Esse modelo é resultado do P&D ANEEL Estratégico 014/2012, que objetiva gerar energia elétrica com dejetos suínos, iniciativa que cumpriu suas fases como se resume na Tabela 1. O projeto surge em razão de problemas ambientais e sociais, levando os criadores dos animais, gestores públicos municipais, lideranças locais e movimentos sociais¹⁴ a solicitarem apoio da Eletrosul para conceber solução que combatesse a poluição do Rio Uruguai (Sabrosa Neto, 2023).

A previsão inicial do projeto antecipava que o gás poderia suprir o sistema com 480 kWh, sendo gerado de 14 horas a 22 horas por dia. Com o final do projeto, a Eletrosul estima

¹² Em julho de 2018 Santa Catarina aprova seu marco legal do biogás, prevendo incentivos fiscais para construir biodigestores e vender o excedente de energia. O estado foi o quinto do país a criar leis para esse mercado, o que auxilia também na constituição de grandes usinas. No Brasil o marco legal foi aprovado na Câmara dos Deputados em 2021, com duas resoluções permitindo sua integração com os sistemas de gás natural.

¹³ Localizada no extremo oeste catarinense, na bacia do Rio Uruguai, fazendo fronteira com o estado do Rio Grande do Sul e a Argentina.

¹⁴ O Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), como parte da luta e resistência contra a construção da barragem Itapiranga e das consequências geradas pelas barragens construídas na bacia do Rio Uruguai, realizou em 2003 o seminário “Energia & Desenvolvimento” (Cenci, 2021), em parceria com a Unochapecó e a Prefeitura Municipal de Chapecó, sendo um dos catalisadores do projeto de biogás implantado pela Eletrosul.

que o sistema poderá gerar, durante 24 horas, quatro vezes mais que o previsto originalmente, chegando próximo de 2.000 kWh. O sistema inclui 11 biodigestores do tipo canadense, sendo oito em lagoas cobertas, um de aço, um de concreto e um de pedra ardora. O total da rede de distribuição do gás (Figura 4) contempla 9,5 km de gasodutos que operarão a quatro bar de pressão e usando material em PEAD (polietileno de alta densidade).

Tabela 1 - Fases do projeto Itapiranga

Ano	Fases
2006	Concebido o projeto Alto Uruguai que pretendia implantar 55 biodigestores em 35 municípios, sendo 10 desses equipamentos em Itapiranga.
2013	Nasce o projeto conceitual de aproveitamento de biogás em Itapiranga.
2018	Assinado convênio entre Eletrosul, UFSC, UFSM, Embrapa e Itaipu.
2019	Iniciada a implantação de rede de distribuição de gás.
2020	RTB Energia (fornecedor) abandona a obra.
2022	Nova empreiteira contratada (3 RI).
2023	Previsão de término da obra (nov.) e de comissionamento da rede (dez. 2023).

Fonte: Eletrosul (2022)

O modelo adotado foi de “condomínio do agronegócio”, incluindo compensação de energia. Para os produtores rurais envolvidos no projeto, além de zerar os custos com energia elétrica, a previsão é que o preço por animal aumente R\$ 1,00 em caso de uso do gás para queima no *flare* (dispensa do insumo) e R\$ 2,50 caso o gás seja usado para geração de energia elétrica, como previsto pelo projeto.

Para viabilizar o projeto, foram vencidas questões legais, como o monopólio da distribuição do gás natural estabelecido pela Constituição de 1988. Em 2018, Santa Catarina lançou a Política Estadual do Biogás (Lei 17.542), que estabelece, em seu artigo 16, que o transporte e a distribuição de biogás, por meio de dutos, não equivale à distribuição de gás

natural canalizado, evitando com isso a necessidade de envolver a concessionária estadual em soluções como a implantada em Itapiranga.

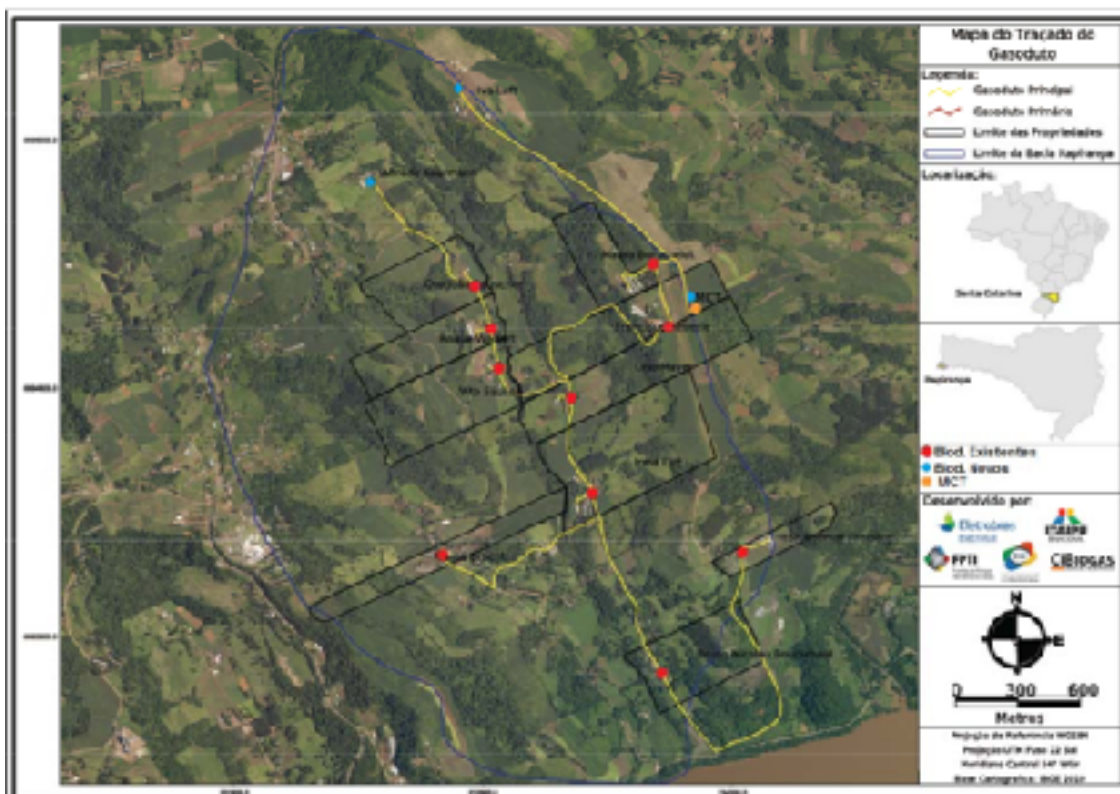


Figura 4 - Traçado do gasoduto (Projeto Itapiranga)

Fonte: Eletrosul (2023)

O projeto de Itapiranga permite alguns aprendizados, entre os quais se destacam: há mais metano na maternidade do suíno que no animal “adulto” (maior qualidade e poder calorífico no gás gerado); o uso de antibióticos nos animais impacta de forma negativa a geração de metano; o gás gerado de dejetos suínos guarda melhores propriedades que o oriundo de matrizes bovinas; deve-se desenvolver modelo de proteção da rede de distribuição de biometano instalada em espaços rurais em razão das suas destacadas diferenças com as redes urbanas e por aumentar a possibilidade de interferência de terceiros nos gasodutos implantados; e o alto custo de projetos afeta sua competitividade com o gás natural.

Além disso, assume-se que a presença de pequenos geradores próximos às cargas pode proporcionar diversos benefícios ao sistema elétrico. Destacam-se como vantagens a postergação de investimentos em expansão nos sistemas de distribuição e transmissão; o

baixo impacto ambiental; e a diversificação da matriz energética com geração de renda local, como é o caso de Itapiranga.

4 DESAFIOS E OPORTUNIDADES EM BRAÇO DO NORTE

A região de Braço do Norte compreende também os municípios de Armazém, Grão Pará, Gravatal, Orleans, Rio Fortuna e São Ludgero. Dados da Epagri mostram que, somados, esses municípios possuem um plantel importante de suínos, chegando a mais de 400 mil cabeças. Nesse caso, estudo com biodigestores da região indica que há potencial para gerar biogás de boa qualidade, atingindo um índice de 61,5% de metano na sua composição e volume potencial de 25 mil m³/dia de gás natural equivalente (Dal Mago, 2009).

O mercado de consumo da região inclui indústrias dos ramos madeireiro, de plásticos e têxtil, além do setor alimentício. A prevalência de consumo energético se dá com 48,47% de cavaco de madeira, 17,77% de lenha mista, 11,68% de serragem, 10,78% de óleo diesel (10,78%) e 7,83% de Gás Liquefeito do Petróleo (GLP). Com isso, entende-se que o biometano substituiria mais facilmente o GLP e o óleo diesel, além do óleo de xisto, que tem um consumo marginal (1,06%), o que somaria uma demanda potencial direta de mais de 5 mil m³/dia sem somar a possibilidade de aplicá-lo no setor automotivo.

Souza (2015) enfatiza que Braço do Norte vem sendo alvo de diversos estudos, avaliando localidades justamente com o objetivo de enfrentar os passivos ambientais gerados pela suinocultura, demonstrando que há soluções técnicas e admitindo que o município e a região carecem de agentes fomentadores. Entre as oportunidades estão: o suprimento adicional de gás natural em região carente de oferta (sul catarinense) por meio do grande plantel de suínos; inclusão de projeto de cogeração para tratamento dos dejetos desse plantel; injeção de biogás na rede de distribuição da concessionária; e a proximidade espacial dos postos de combustíveis e das indústrias que poderiam consumir tal insumo.

Como ancoragem aos investimentos poderia ser promovido o atendimento via GNC e rede isolada a empresas como a Metasul (Braço do Norte) e a Plascom (Orleans), além de desenvolver tecnologias para utilizar biometano na indústria de plásticos e também para gerar energia elétrica. Sugere-se também que o planejamento de traçado de rede (Figura 5) para o município e sua região se valha do modelo de cooperativismo similar ao de Itapiranga, e que a

demanda sazonal para atender ao mercado do ramo ceramista, destacadamente concentrado no sul catarinense, seja considerado como opção para sustentar o investimento. Para isso, outros substratos e outras cidades precisariam ser incluídos na formação da oferta potencial da região, propondo modelos de codigestão com o uso de GNL como forma de manter a segurança do abastecimento.

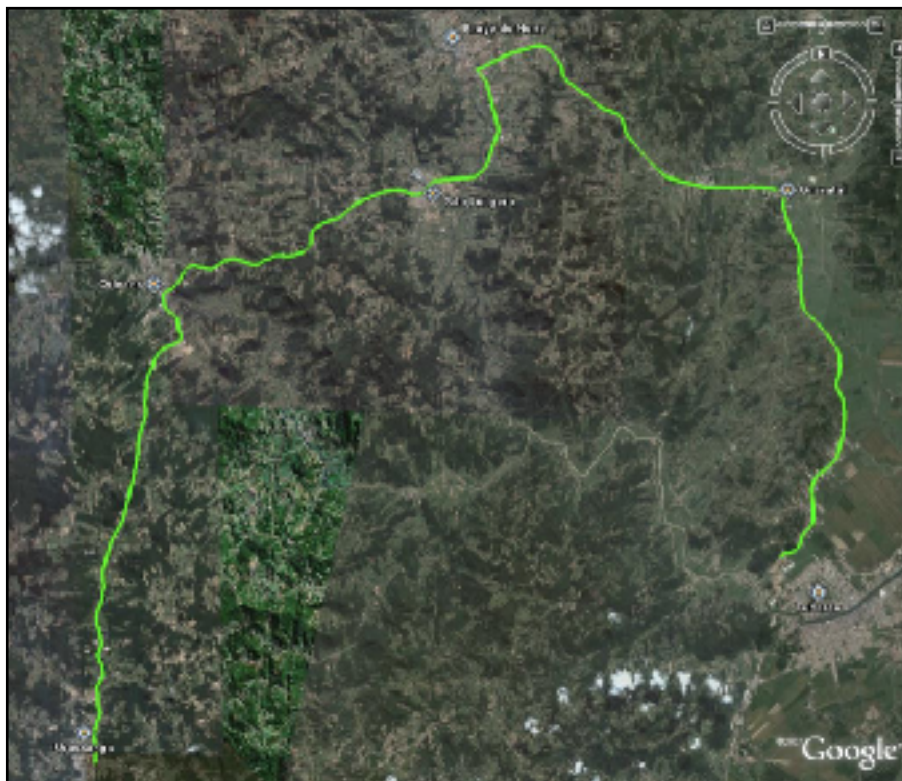


Figura 5 - Proposta de rede isolada de gás para a região de Braço do Norte
Fonte: Vision Gas (2023)

Deve-se esclarecer que Braço do Norte forma um território com importante concentração espacial de produtores, o que diminui os custos logísticos e possibilita alternativas de articulação para formar consórcios, embora se considere, conforme Rocha et al. (2007), que o sistema da suinocultura catarinense se comporta como uma atividade de subsistência em que os produtores dependem de empresas integradoras que formam um sistema de mitigação de riscos ao reduzir, na produção, as possibilidades de perdas e os custos operacionais. Com isso os suinocultores integrados sacrificam parte dos lucros excedentes em troca de garantias, o que inibe a capacidade de investimento em biodigestores.



5 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os resultados indicaram que o projeto de rede local de biogás em vias de iniciar sua operação em Itapiranga se sustenta no cooperativismo da suinocultura e no aporte de investimento de uma grande organização (Eletrosul) em parceria com diversas entidades dos meios técnico, científico e empresarial, o que aparentemente dispensaria uma análise de viabilidade. Já no caso do projeto descontinuado em Pomerode, demonstra-se que a simples importação de modelos, nesse caso o alemão, é insuficiente para enfrentar os desafios e suprir necessidades locais considerando diversos quesitos, como as propriedades do insumo gerado, equipamentos, mercado de consumo potencial e modelo de atendimento e aplicação.

Entende-se que o papel dos agentes de serviços públicos essenciais operados por concessão deve ser alterado para melhor promover o desenvolvimento social, na condição de fomentadores ou financiadores de projetos que levem à transição energética e ao desenvolvimento local, conclusão que se sustenta no fato de a concessionária que opera o serviço de distribuição no território catarinense não ser um dos investidores e a operadora dos sistemas nos projetos analisados. Tal suporte deveria incluir modelos que preparassem produtores rurais para desenvolver negócios tecnicamente mais complexos, como é o caso de produção e aplicação de biometano. Os investimentos precisariam inicialmente ser realizados pelos próprios empreendedores e seus parceiros, que pela natureza da suinocultura carecem de conhecimento técnico para explorar o processo de biodigestão.

Quanto ao município de Braço do Norte e sua região, apresentam importante potencial para geração (produtores de suínos) e aproveitamento sazonal (mercado regional) de biometano. O traçado de rede de distribuição planejado para o município permite conceber modelo de cooperativismo similar ao de Itapiranga, mas em maior escala. Outro ponto que merece destaque, considerando a análise espacial, é que Braço do Norte forma território com importante concentração de produtores, o que melhora a viabilidade de implantação e operação via gasodutos, mesmo usando o modelo rural e não urbano de redes.

Destaca-se que a rede local e isolada de gás natural implantada em Lages também inspira o potencial projeto em Braço do Norte, por operar em cidade com baixo potencial de consumo e também com importantes desafios sociais. Além disso, o GNL se constituiria em

importante aliado, como tipo de modal que atenderia como um *back up* de segurança contra as sazonalidades dos processos de geração local de energia oriunda do biogás.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma análise mais completa de toda a cadeia de suprimento é necessária para determinar como o desenvolvimento territorial pode ser reestruturado em Santa Catarina, visando à produção de energia renovável oriunda dos dejetos da produção de proteína animal. Além de reduzir as emissões, o biometano pode ser uma forma de oferta adicional de energia em espaços com gargalos de oferta e complementar ou ampliar o volume às regiões já abastecidas. Esse novo mecanismo carece de auxílio regulatório e política pública para fomentar novos investimentos em projetos, além de solicitar um papel mais ativo das distribuidoras estaduais de gás canalizado na participação desse tipo de atividade que vá além da promoção de chamadas públicas para aquisição do insumo, o que tem se mostrado ineficiente. Realidade do caso catarinense, que enfrenta as mesmas limitações identificadas em projetos nacionais (Roitman, 2021; Marques, 2021), mesmo com modelos de maior escala e concentração do potencial de geração e aproveitamento desse tipo de insumo.

7 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, André Luís Campos de. **Energia e mudanças climáticas: uma discussão da matriz energética brasileira e da importância do setor de transportes**. Dissertação (Mestrado em Economia) - Centro Sócio-Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 165. 2010.
- ABCS - Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. Mapeamento da suinocultura brasileira. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Brasília. 2016. 376 p.
- BELLI FILHO, Paulo et al. Inventário do Potencial de Geração de Metano no Estado de Santa Catarina: Produto 6: Inventário do potencial total de produção de metano por dejetos animais, esgoto sanitário, resíduos sólidos e efluentes industriais no Estado de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, abr. 2009.
- BORGES, Cósme Polêse et al. A systems modeling approach to estimate biogas potential from biomass sources in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 138, p. 11, mar. 2021.
- BORGES, Cósme Polêse et al. Scaling actors' perspectives about innovation system functions: Diffusion of biogas in Brazil. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 190. 2023.
- CENCI, Rudinei José. **Resistência contra a construção da Barragem de Itapiranga: a experiência dos atingidos**. Dissertação (Mestrado em História) - Programa de Pós-Graduação em História, Universidade da Fronteira Sul. Chapecó, p. 140. 2021.

- DAL MAGO, Anigeli. **Avaliação de biodigestores com uso de dejetos de suínos, em Braço do Norte e em Concórdia.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 152. 2009.
- ESTRELLA, Leonardo Mosimann. **Gás Natural em Santa Catarina: uma análise crítica da concessão do serviço.** 1 ed. Florianópolis: Instituto Ignacio Rangel, 2023.
- ESTRELLA, Leonardo Mosimann; ROCHA, Isa de Oliveira. Os gasodutos russos, o conflito na Ucrânia e a divisão internacional do trabalho: uma abordagem rangeliana. **Geosul**, v. 38, p. 261-283, mai. 2023a.
- ESTRELLA, Leonardo Mosimann; ROCHA, Isa de Oliveira. Ciclos, tecnologia e uberização: a imposição da formação socioeconômica no desenvolvimento do GNV em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Energia**, v. 29, p. 100-126, out. 2023b.
- FERRAZ-JUNIOR et al. Liquefied biomethane from sugarcane vinasse and municipal solid waste: Sustainable fuel for a green-gas heavy duty road freight transport corridor in São Paulo state, v. 335. 2022.
- GUSMÃO, Maria Margarida Falcão e Cunha de Campos. **Produção de biogás em diferentes sistemas de criação de suínos em Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 170. 2008.
- HADLICH, Gisele Mara; SCHEIBE, Luiz Fernando. Uma visão sistêmica da poluição de águas superficiais pela suinocultura intensiva. **Geografia**, v. 32, n. 3, p. 601-628, set-dez. 2007.
- KINAS, Priscila Natasha. **O potencial de produção de biogás e a sustentabilidade dos aterros sanitários no estado de Santa Catarina: aplicando a lógica fuzzy.** Tese (Doutorado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental) - Centro de Ciências Humanas e da Educação, Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, p. 140. 2021.
- MAMIGONIAN, Armen. Capitalismo e socialismo em fins do século XX. **Ciência Geográfica**, v. 7, n. 18, p. 4-8. 2001.
- MAMIGONIAN, Armen (Org.). **Santa Catarina: Estudos de Geografia Econômica e Social.** Florianópolis: UFSC, 2011b.
- MARQUES, Felipe Souza. O biogás no Brasil. Entrevistador: Leonardo Mosimann Estrella. Florianópolis: 9 dez. 2021. Google Meet; Gravador do iPhone. Entrevista concedida ao pesquisador Leonardo Mosimann Estrella. 00:48:20.
- MARX, Karl. **O capital: a crítica a economia política: livro I: o processo de produção do capital.** 2 ed. São Paulo: Boitempo, 2017.
- MELLO, Pedro Pescador de. **Biogás na suinocultura: comparação de tecnologias de geração de gás em três diferentes países.** Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia de Energia, Universidade Federal de Santa Catarina. Araranguá, p. 59. 2017.
- PEDRÃO, Rafael Sousa; ROCHA, José Dilcio. Tratamento de suínos como fonte de renda para produtores. **14º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica**, Campinas, p. 11, out. 2020.
- RANGEL, Ignacio de Mourão. **Ignácio Rangel: Obras Reunidas.** v. 1. Rio de Janeiro: Contraponto: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento, 2012.
- ROCHA, Denis Teixeira da; MOURA, Altair Dias de; GIOTTO, Ademir Francisco. Análise de risco de sistemas de produção de suínos, integrado e independente, em períodos de alta e baixa rentabilidade. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 5, n. 3, ago. 2007.
- ROITMAN, Tamar. **Desafios do biogás no Brasil.** Entrevistador: Leonardo Mosimann Estrella. Florianópolis: 22 out. 2021. Google Meet; Gravador do iPhone. 00:55:01.

- SABROSA NETO, Ruy de Castro. **Modelo de gestão e avaliação para projetos envolvendo o nexu água, energia e alimentos sob a ótica da sustentabilidade, da indústria 4.0 e da ODS.** Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis, p. 290. 2023.
- SANTOS, Milton. Sociedade e espaço: a formação social como teoria e como método. Trad. Maria Encarnação Vasquez Beltrão. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 54, p. 81-99, jul. 1977.
- SANTOS, Milton. **Da totalidade ao lugar.** 1 ed. São Paulo: Editora da USP, 2014.
- SILVA, Thaisa Carolina Ferreira. **Utilização de biogás de estações de tratamento de esgoto para fins energéticos.** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 153. 2015.
- SOUZA, Giuliano Eugênio de. Sustentabilidade ambiental em uma propriedade rural suinícola no município de Braço do Norte. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 128. 2015.
- VEIGA, Ana Paula Beber. **Contribuição à avaliação das barreiras e oportunidades regulatórias, econômicas e tecnológicas do uso de biometano produzido a partir de gás de aterro no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 173. 2016.
- VISION GAS - Núcleo de Estudo, Pesquisa e Observatório de Gás Natural. Repositório. Florianópolis: NEPO, 2023.