

## CONFLITOS AMBIENTAIS NOS TERRITÓRIOS SUCROENERGÉTICOS DO PONTAL DO PARANAPANEMA (SP): IMPACTOS DA PULVERIZAÇÃO AÉREA DE AGROTÓXICOS EM UMA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL DE PIRAPOZINHO

**Alessandro Donaire de Santana**

Universidade Estadual Paulista, Departamento de Geografia, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil  
[alessandro.donaire@unesp.br](mailto:alessandro.donaire@unesp.br)

**Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim**

Universidade Estadual Paulista, Departamento de Geografia, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil  
[margarete.amorim@unesp.br](mailto:margarete.amorim@unesp.br)

### RESUMO

O biometano proveniente do setor sucroenergético tem sido apontado como um biocombustível estratégico para a mitigação do desequilíbrio climático. Porém, sua produção está inserida em um setor que gera impactos e conflitos ambientais. Este texto analisa as contradições da incorporação do biometano como combustível sustentável, investigando o panorama encontrado no Pontal do Paranapanema (SP). Recorreu-se à Ecologia Política, com ênfase no conceito de conflito ambiental, e adotou-se o estudo de caso de uma família de sericultores do município de Pirapozinho, impactada pela pulverização aérea de agrotóxicos nos canaviais da Cocal Energia S.A. Além de revisão bibliográfica e pesquisa documental, realizou-se entrevista semiestruturada com a família. Constatou-se que, embora o biometano evite o descarte de resíduos da cana e seja considerado um combustível-ponte para a transição energética, o setor sucroenergético mantém práticas predatórias. A família denunciou a contaminação sistemática de sua produção, a omissão do Poder Público, da Cocal Energia e do Judiciário. Portanto, constatou-se choque de interesses e a desigualdade de forças entre os sericultores e a empresa, num cenário em que megaprojetos priorizam a produção em larga escala sob o discurso da sustentabilidade, mas perpetuam degradação e conflitos ambientais nos territórios.

**Palavras-chave:** Bioenergia. Desenvolvimento insustentável. Degradação ambiental. Sericultura. Oeste Paulista.

### ENVIRONMENTAL CONFLICTS IN THE SUGAR-ENERGY TERRITORIES OF PONTAL DO PARANAPANEMA (SÃO PAULO, BRAZIL): IMPACTS OF AERIAL PESTICIDE SPRAYING ON A SMALLHOLDER PROPERTY IN PIRAPOZINHO

### ABSTRACT

Biomethane produced by the sugarcane sector has been identified as a strategic biofuel for use in mitigating climate imbalances. However, the production of biomethane occurs in a sector that generates environmental impacts and conflicts. This study analyzes the contradictions in adopting biomethane as a sustainable fuel by investigating of Pontal do Paranapanema, São Paulo. Grounded in political ecology and focused on the concept of environmental conflict, this study investigates the case of a family engaged in sericulture in the municipality of Pirapozinho, who have been affected by aerial pesticide spraying over sugarcane fields managed by Cocal Energia. In addition to a literature review and documentary research, a semi-structured interview was conducted with the family. The findings indicate that, although biomethane limits sugarcane waste and serves as a bridge fuel for the energy transition, the sugarcane sector continues to engage in predatory practices. The family reported systematic contamination of their production and negligence by local authorities, Cocal Energia, and the judiciary. This case illustrates the clash of interests and the imbalance of power between sericulture farmers and the company, in a scenario where megaprojects prioritize large-scale production under the rhetoric of sustainability, while perpetuating environmental degradation and conflict within the territory.

**Keywords:** Bioenergy. Unsustainable development. Environmental degradation. Sericulture. Western São Paulo.

## INTRODUÇÃO

Em 2022, foi realizada no Egito a 27ª Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP27), com o objetivo de encontrar alternativas para mitigar os efeitos negativos desse processo. A bioenergia ganhou destaque naquele evento como alternativa para alcance das metas de redução das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), considerado o principal vilão da dinâmica climática global. No caso brasileiro, o setor sucroenergético foi apresentado como protagonista, já que o país utiliza o etanol como biocombustível há décadas e vem implementando medidas de incentivo à cadeia de produção de biogás e biometano a partir dos rejeitos da cana-de-açúcar (Brasil, 2022a).

O Brasil já ocupa um papel proeminente na produção de energias denominadas renováveis, em virtude de sua favorável localização geográfica na zona intertropical do planeta, com alta incidência solar e vasta extensão continental. A bioenergia, portanto, configura-se como uma aposta na produção de energia a partir da biomassa (lenha, resíduos da cana-de-açúcar, lixo, resíduos do setor de papel e celulose, cascas de arroz, entre outros) (Brasil, 2020b). Essa temática é tão relevante que tramita no Congresso Nacional o Projeto de Lei nº 1879, de 2022, que institui a Política de Produção e Uso do Biogás e do Biometano, visando ao incentivo dessa cadeia produtiva no país (Brasil, 2022b).

O estado de São Paulo é um exemplo da força do setor sucroenergético, que se expandiu sobremaneira nas últimas décadas (Valério, 2021). O crescimento da monocultura canavieira foi tão expressivo que o estado desponta como o maior produtor nacional de biometano advindo desse setor (Brasil, 2023a). O imenso potencial de produção de biometano a partir da biomassa das lavouras no interior paulista lhe rendeu o sugestivo apelido de “pré-sal caipira” (União Nacional da Bioenergia – UDOP, 2022).

Entretanto, a suposta sustentabilidade do biometano é questionada em virtude dos problemas ambientais e dos impactos sociais decorrentes da intensificação da monocultura de cana-de-açúcar. Conflitos fundiários, pulverização aérea de agrotóxicos, contaminação de solos, águas superficiais e subterrâneas, bem como os impactos nas lavouras de pequenos agricultores, assentados da Reforma Agrária e no modo de vida das populações que vivem nas proximidades das plantações de cana, são dimensões fundamentais a se considerar na análise dessa questão.

Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo identificar e discutir as contradições inerentes ao processo de incorporação do biometano como combustível sustentável, considerando os impactos e conflitos ambientais provocados pelo setor sucroenergético no Pontal do Paranapanema, no oeste do estado de São Paulo.

Para tanto, adotou-se o estudo do caso de uma família de sericultores (criadores de bicho-da-seda) residente na zona rural do município de Pirapozinho (SP), que sofre os impactos negativos da pulverização aérea de agrotóxicos nos canaviais vizinhos, administrados pela empresa Cocal Energia S.A.

## METODOLOGIA

A pesquisa possui caráter analítico e explicativo, explorando as múltiplas facetas da temática. Para tanto, fundamentou-se na perspectiva teórica crítica da Ecologia Política, um campo transdisciplinar apropriado pela Geografia, que permite compreender as diversas contradições inerentes às relações sociedade-natureza. Essa abordagem possibilita apreender como sociedade, Estado e poder econômico interagem e produzem territórios a partir da apropriação dos recursos da natureza, processo invariavelmente acompanhado de impactos e conflitos ambientais.

Segundo Miranda (2013), os interesses dos distintos agentes e grupos, assim como a assimetria e correlação de forças, definem as relações entre eles em diferentes escalas geográficas. Cada grupo carrega visões específicas sobre a apropriação dos recursos naturais em determinadas porções do espaço geográfico, o que resulta em conflitos ambientais. O embate entre a família de sericultores e a Cocal Energia S.A. ilustra este pressuposto.

O Pontal do Paranapanema foi escolhido como recorte espacial da análise devido ao seu papel como importante produtor de biocombustíveis. A região apresenta grande potencial para a produção da chamada “energia verde sustentável”, mas, ao mesmo tempo, é palco de conflitos e impactos ambientais gerados pela expansão da atividade sucroenergética.

Nesse sentido, a pesquisa foi orientada pelas seguintes perguntas:

1. Quais são os principais impactos e conflitos ambientais associados à produção de biometano pelo setor sucroenergético no Pontal do Paranapanema?
2. Em que medida o biometano pode ser considerado uma alternativa sustentável no contexto do capitalismo?
3. Quais são as implicações da expansão sucroenergética para as comunidades locais no Pontal do Paranapanema?

Para responder a essas questões, foi realizada uma revisão bibliográfica que permitiu avaliar o potencial do biometano na mitigação das mudanças climáticas atribuídas à ação humana. Também foram consultadas referências que discutem o desenvolvimento sustentável no contexto capitalista, articuladas com bibliografias sobre a ascensão do setor sucroenergético no estado de São Paulo e, mais especificamente, no Pontal do Paranapanema.

As bibliografias foram buscadas na base de dados da *ScienceDirect*, Athena (base integrada de pesquisa da Unesp) e *Google Scholar*, utilizando-se palavras-chave como “bioenergia”, “biometano”, “setor sucroenergético paulista”, “pulverização aérea de agrotóxicos na cana-de-açúcar”, “desenvolvimento sustentável”, entre outras.

Além disso, foram analisados documentos governamentais, relatórios de organizações ligadas ao setor sucroenergético e notícias publicadas em sites virtuais de alguns veículos de imprensa. Esses materiais forneceram dados e informações sobre a produção de biometano no Brasil, com ênfase no estado de São Paulo, permitindo compreender a distribuição espacial e a concentração territorial desse fenômeno. Essa análise complementou a revisão bibliográfica ao contextualizar os dados empíricos com os conceitos teóricos discutidos.

Os recursos gráficos auxiliaram na contextualização das informações e análises apresentadas no artigo. As fotografias foram capturadas durante o trabalho de campo realizado na propriedade rural. O gráfico foi elaborado com dados extraídos do Centro Internacional de Energias Renováveis (CIBiogás, 2023). Os mapas temáticos foram produzidos no *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG), ArcGIS 10.8 (*Environmental Systems Research Institute* - ESRI, 2020). Para a representação dos limites territoriais do Brasil, estados e municípios, foram utilizadas as bases cartográficas contínuas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil, 2017b), na escala 1:250.000.

As informações sobre a área plantada de cana-de-açúcar e sobre a Unidade de Conservação Parque Estadual Morro do Diabo, usadas na elaboração do mapa “Evolução espacial da monocultura canavieira no Pontal do Paranapanema (2003–2023), com destaque para Pirapozinho (SP)”, foram extraídas da coleção de mapas de uso e cobertura da terra do projeto MapBiomass (2025), na escala 1:250.000, produzidos a partir de imagens de satélite *Landsat*. Os arquivos vetoriais dos assentamentos rurais foram obtidos no banco de dados do DataCETAS – Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente (Unesp, 2017). Já os arquivos vetoriais dos rios e corpos d’água foram extraídos do banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil, 2017a), na escala 1:250.000.

Para a elaboração do mapa “Produção de biometano: maiores estados produtores (2024) e plantas reguladas pela ANP (2025)”, foram utilizados os dados disponibilizados no site virtual da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (Brasil, 2025).

Como parte da pesquisa, foi realizado trabalho de campo em uma pequena propriedade de agricultores que se dedicam à sericicultura na zona rural do município de Pirapozinho (SP). Nesse local, observaram-se os impactos negativos decorrentes da pulverização aérea de agrotóxicos nas lavouras de cana-de-açúcar do entorno. A escolha do estudo de caso deve-se à proximidade da pequena propriedade com os canais geridos pela Cocal Energia S.A., única produtora de biometano do Oeste Paulista, cujo discurso de apreço às práticas sustentáveis e de contribuição para a descarbonização da economia, propagandeado massivamente na região, contradiz sua efetiva atuação em territórios que, há décadas, abrigam distintas territorialidades e dinâmicas de reprodução socioeconômica.

Foi conduzida uma entrevista semiestruturada<sup>1</sup>, sob condição de anonimato, com um dos membros da família, devidamente autorizada e gravada em áudio por meio de um aplicativo de gravação de voz presente em um aparelho de telefonia móvel. O material foi transcrito e analisado à luz da perspectiva

<sup>1</sup> A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 82054324.5.0000.5402.

teórica que fundamenta a pesquisa. Esse procedimento, somado às observações de campo e à revisão dos referenciais mobilizados no estudo, permitiu compreender as contradições da expansão sucroenergética na região.

A realização do estudo de caso em uma única propriedade rural está condizente com os objetivos do estudo e com a perspectiva qualitativa adotada, já que foram mobilizados referenciais atualizados que sustentam as principais questões que envolvem a atividade sucroenergética no Pontal do Paranapanema. Ademais, este artigo foi elaborado em uma fase inicial da pesquisa de pós-doutorado, momento em que estavam sendo selecionados e analisados os referenciais teóricos e, nesse contexto, o trabalho de campo contribuiu para exemplificar e contextualizar o fenômeno investigado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ***A ascensão do setor sucroenergético no Pontal do Paranapanema (SP)***

A cana-de-açúcar se destaca há décadas no Pontal do Paranapanema como um dos cultivos agrícolas mais importantes. Para compreender como essa região – e todo o Oeste Paulista – viu consolidar-se a atividade canavieira como uma pujante força da economia do estado, é importante voltar ao passado, mais especificamente à década de 1970, quando políticas públicas nos âmbitos federal e estadual impulsionaram a atividade canavieira a um novo patamar produtivo.

O primeiro choque do petróleo, ocorrido em 1976, levou o governo federal a fomentar a atividade canavieira, por meio da oferta de crédito subsidiado, impulsionando a capacidade tecnológica das agroindústrias para produzir álcool combustível, o que ficou conhecido como o Programa Nacional do Álcool (PRÓ-ÁLCOOL), via Decreto nº 76.593/1975. Em 1979, o segundo choque do petróleo foi enfrentado com base no aumento da produção alcooleira, na segunda fase do PRÓ-ÁLCOOL (Valério, 2021).

No estado de São Paulo, foi lançado o Plano de Desenvolvimento do Oeste do Estado de São Paulo (PRÓ-OESTE). Segundo Bray, Ferreira e Ruas (2000) (apud Valério, 2021), essa iniciativa buscou alocar recursos da Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL) para a expansão do agronegócio canavieiro no oeste do estado. Apesar de o plano destacar objetivos como o "equilíbrio regional", ele beneficiava principalmente o grande capital, favorecido por incentivos legais (Valério, 2021).

Contudo, o setor passou por uma grave crise na década de 1990, com queda nos investimentos, elevação dos custos de produção e, conseqüentemente, queda na produção, o que levou ao desabastecimento de etanol nas bombas dos postos de combustíveis e provocou a diminuição gradual da fabricação dos carros com motor a etanol (Bray, Ferreira e Ruas 2000, apud Valério, 2021).

Esse cenário muda novamente no início dos anos 2000, quando a tecnologia *flex fuel* é incorporada nos automóveis, que passam a funcionar com gasolina e etanol. Isso alçou o setor canavieiro brasileiro a um novo patamar, em especial no estado de São Paulo, com o fortalecimento da atividade, inclusive com a utilização da biomassa da cana na geração de energia elétrica (Valério, 2021, p. 9).

Para se ter dimensão da pujança do setor, a atividade canavieira ocupa mais de 20% da área territorial do estado de São Paulo e, considerando-se apenas a área dos estabelecimentos agropecuários, abarca impressionantes 30% da área total, de acordo com levantamento feito por Valério (2021).

A expansão para o oeste do estado, no Planalto Ocidental Paulista, foi favorecida pelas características do relevo, com declividades mais suaves e, portanto, mais auspiciosas à mecanização das lavouras. As declividades mais adequadas ao cultivo são aquelas menores que 12% (Valério, 2021).

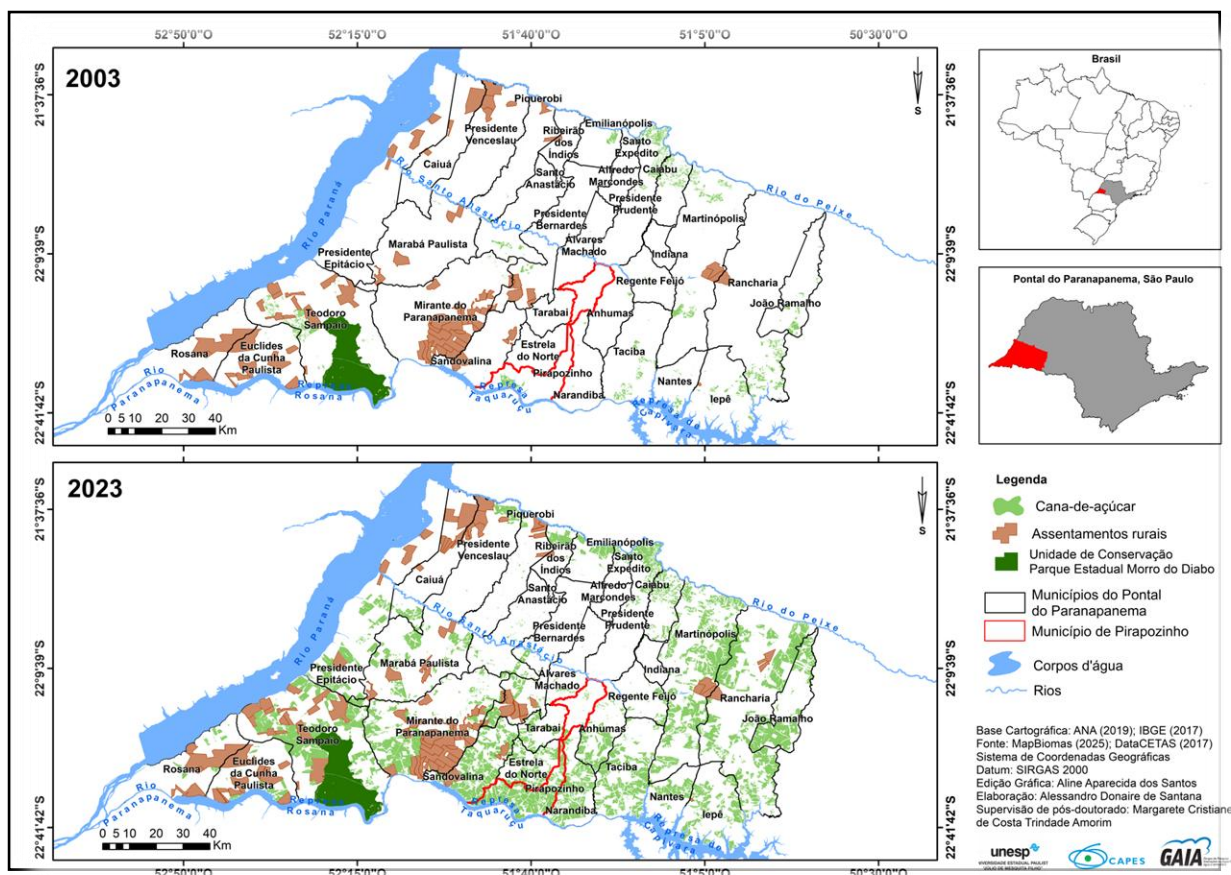
Assim, entre 2006 a 2017, houve um avanço expressivo da área plantada no estado. Porém, isso aconteceu junto à redução do número de estabelecimentos, indicando uma tendência de concentração fundiária (Valério, 2021).

Segundo Mardegan (2023), o Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético contribuiu para esse fenômeno. O programa tinha como objetivo consolidar o etanol como um combustível renovável e ecologicamente correto, atendendo às exigências do mercado internacional, especialmente o europeu. Vigente entre 2007 e 2017, o protocolo previa eliminar as queimadas da cana-de-açúcar e reduzir o uso de água no processo industrial. Entretanto, também resultou em um aumento da concentração fundiária, com a conseqüente perda de áreas agricultáveis anteriormente destinadas a outros cultivos (Mardegan, 2023).



O Pontal do Paranapanema foi uma das regiões que mais assistiram à expansão a área da cana-de-açúcar no estado. Os mapas da Figura 1 ilustram a expansão da atividade entre 2003 e 2023, inclusive nos arredores de diversos assentamentos rurais da região. No município de Pirapozinho, toda a porção centro-sul foi dominada pelo monocultivo da cana-de-açúcar.

Figura 1 - Evolução espacial da monocultura canvieira no Pontal do Paranapanema (2003-2023), com destaque para Pirapozinho (P)



Fonte: Os autores, 2025.

O setor se destaca pela diversificação produtiva, apostando na produção de biogás e biometano. Contudo, não é apenas o setor sucroenergético que dispõe de meios para a produção desses biocombustíveis, que podem ser produzidos a partir de outros resíduos orgânicos. Por isso, é importante compreender suas características, sua aplicabilidade e papel como combustível renovável na transição energética em curso e, no caso do setor sucroenergético, entender as contradições de seu apelo sustentável.

### ***O biometano derivado do setor sucroenergético como combustível sustentável? O contexto do Pontal do Paranapanema***

O biometano é um biocombustível gasoso produzido a partir da purificação do biogás, processo em que o CO<sub>2</sub> é separado do metano, além da remoção de impurezas (sulfeto de hidrogênio - H<sub>2</sub>S e amônia - NH<sub>3</sub>). O biogás, por sua vez, resulta da digestão anaeróbica de material orgânico (ação das bactérias na decomposição dos resíduos) e tem composição majoritária de metano e dióxido de carbono (Brasil, 2020a). O biometano pode ser utilizado em indústrias, no abastecimento de veículos, em termelétricas, residências (gás canalizado) e no comércio (Brasil, 2023a).

Há referências que consideram o biometano um importante biocombustível da transição energética de viés renovável. Essa é a perspectiva de Ferreira *et al.* (2019) e Lanni *et al.* (2023), que apontam o biometano como tendo a vantagem de contribuir menos que o gás natural para as emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera.

Segundo Bourdin e Delcayre (2024), o biometano possibilita a geração de energia renovável em escala local, diminuindo a dependência de fontes fósseis e promovendo a autossuficiência energética nas regiões. Além disso, ele transforma matéria orgânica descartada em uma fonte de energia útil, gerando também digestado, subproduto da decomposição anaeróbica da matéria orgânica, que pode ser utilizado como fertilizante para o solo.

O metano presente no biometano é idêntico àquele proveniente do gás natural de matriz fóssil. O que os diferencia é que o primeiro é produzido a partir de matéria orgânica, o que lhe confere uma característica considerada renovável, enquanto o segundo se origina no processo de formação do gás natural fóssil ao longo de milhares de anos em subsuperfície, associado ou não ao petróleo, acondicionado em rochas sedimentares, o que o torna não renovável (Energia e Biogás, 2022; Cibiogás, 2024).

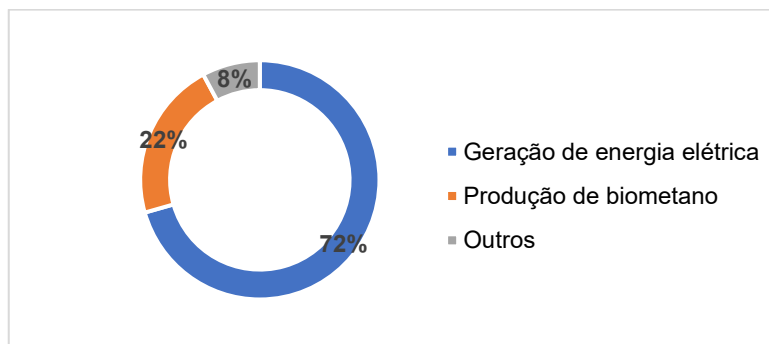
O metano é considerado um potente gás de efeito estufa que contribui com o aquecimento global (Sakr, 2024). Ele é aproximadamente 23 vezes mais eficiente na retenção de calor do que o CO<sub>2</sub>, embora permaneça na atmosfera por menos tempo – cerca de doze anos. Contudo, apesar de grande parte do CO<sub>2</sub> ser absorvida por oceanos, florestas e outros ecossistemas, sua concentração na atmosfera excede significativamente a do metano e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), outro importante gás de efeito estufa. A longa vida útil do CO<sub>2</sub> na atmosfera, combinada ao uso contínuo de combustíveis fósseis, agravará ainda mais o problema (Filonchik *et al.*, 2024).

É importante ressaltar que o metano, considerado um potente agente impulsionador do efeito estufa, é aquele liberado diretamente na atmosfera a partir de diversas fontes naturais e antrópicas, como: a decomposição de matéria orgânica, a atividade de bactérias em plantações de arroz, o processo digestivo de animais ruminantes, a extração de combustíveis fósseis, além de fenômenos naturais como pântanos, falhas geológicas e vulcões de lama; também pode ser emitido pela queima ou aquecimento de biomassa em ambientes anaeróbicos (Rendelucci, s.d.).

Por outro lado, quando o metano é captado e utilizado para geração de energia, sua queima produz CO<sub>2</sub> – mas em concentração significativamente menor do que o CO<sub>2</sub> proveniente da queima de gasolina ou de outros combustíveis fósseis (Almeida, s.d.). Por isso, o biometano é considerado uma fonte mais limpa e sustentável de energia.

No Brasil, em 2022, estavam em operação 885 plantas de biogás, que juntas produziram 2,9 bilhões de m<sup>3</sup>/ano (Cibiogás, 2023). O biogás é predominantemente utilizado na geração de energia elétrica, correspondendo a 86% das plantas em operação no país, mas uma parte importante é destinada à produção de biometano (Figura 2) (Cibiogás, 2023).

Figura 2 - Destinação do biogás produzido no Brasil (2022)

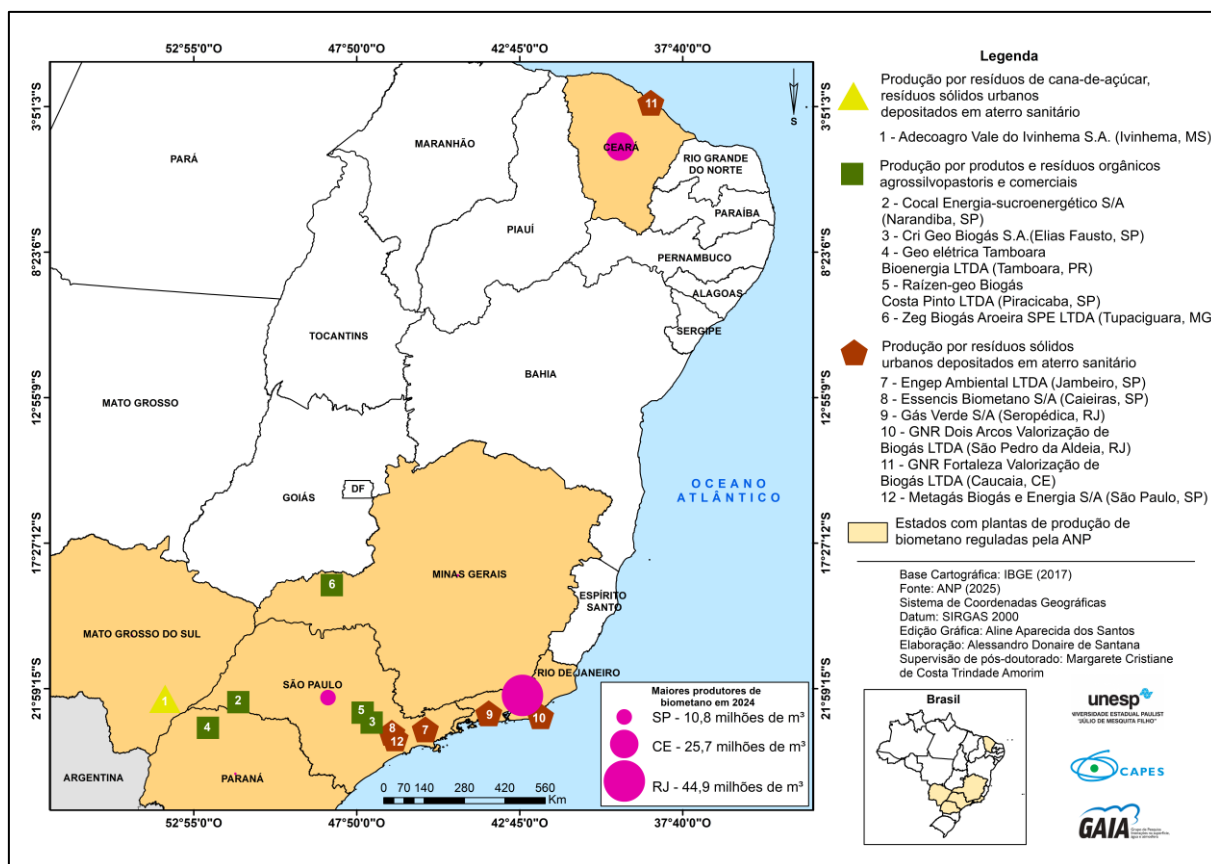


Fonte: (Cibiogás, 2023). Organização: os autores, 2025.

Em 2024, os maiores produtores nacionais de biometano foram os estados do Rio de Janeiro, Ceará e São Paulo, segundo o painel dinâmico da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Brasil - ANP (Brasil, 2025). O país contava, até maio de 2025, com apenas doze plantas reguladas pela ANP para a produção de biometano, conforme Figura 3. É importante mencionar que há aplicações do biometano que não exigem autorização da ANP e, portanto, há muitas outras empresas que produzem esse biocombustível no país.

Embora possuam apenas três das plantas reguladas pela ANP, o Rio de Janeiro e o Ceará se destacam como os maiores produtores nacionais de biometano, devido ao grande volume de resíduos orgânicos provenientes de aterros sanitários. Já São Paulo apresenta um grande potencial a ser explorado tanto no setor de resíduos de aterros sanitários quanto no setor sucroenergético.

Figura 3 - Produção de biometano: maiores estados produtores (2024) e plantas reguladas pela ANP (2025)



Fonte: Os autores, 2025.

Nesse contexto, o setor sucroenergético reúne condições para se consolidar como um grande produtor de biometano, considerando que o Brasil, em 2022, foi o segundo maior produtor mundial de etanol. O potencial produtivo desse setor é comparável ao dos aterros sanitários de grandes centros urbanos, com a vantagem de permitir a geração de biogás com maiores concentrações de metano (CH<sub>4</sub>), isento de siloxanos, compostos clorados ou fluorados, o que facilita o atendimento às exigências da ANP (Brasil, 2023a).

Destaca-se que a produção de etanol sempre foi apresentada como uma alternativa sustentável aos combustíveis fósseis. O estado de São Paulo, nesse cenário, assume projeção nacional como o maior produtor de açúcar e etanol do país, concentrando diversas usinas próximas aos gasodutos de transporte e distribuição (Brasil, 2023a).

Em 2023, São Paulo produziu 439.098.082 toneladas de cana-de-açúcar, o que corresponde a pouco mais de 56% da produção nacional, que totalizou 782.585.836 toneladas (Brasil, 2023b). Não por acaso, três plantas de produção de biometano regulamentadas pela ANP estão situadas no chamado “pré-sal caipira”, no centro-oeste do estado, e pertencem ao setor sucroenergético: a Cocal Energia S.A. (Narandiba), a Raízen-geo Biogás Costa Pinto LTDA (Piracicaba) e a Cri Geo Biogás S.A. (Elias Fausto).

No Pontal do Paranapanema, o potencial para a produção de biogás e biometano é significativo, com destaque para a atuação da Cocal Energia S.A. Fundada em 1980, no município de Paraguaçu Paulista, a empresa inaugurou, em 2008, sua unidade em Narandiba, onde passou a produzir biometano em 2021. Além do biometano, a Cocal produz etanol, açúcar, CO<sub>2</sub> biogênico (“CO<sub>2</sub> verde”), levedura seca e energia elétrica a partir da queima do bagaço da cana. A empresa administra uma área de 142 mil hectares e produz, anualmente, 9 milhões de metros cúbicos normais (nm<sup>3</sup>) de biometano (Cocal Energia S.A., s.d.).

Atualmente, o biometano representa a principal aposta sustentável da empresa. O biocombustível é transportado por um gasoduto construído especificamente para essa finalidade, com 65 quilômetros de extensão até o principal centro consumidor, Presidente Prudente, atendendo também os municípios de Pirapozinho e Narandiba, especialmente no setor industrial. O gasoduto foi construído e é operado pela empresa Necta, anteriormente denominada GasBrasiliano (Figura 4) (Agência Epbr, 2024).

Figura 4 - Marco de sinalização do gasoduto da Necta, localizado às margens da estrada vicinal que liga Narandiba a Pirapozinho (SP)



Fonte: Os autores, 2025.

Além de garantir uma nova fonte de receita com a comercialização do biometano, o combustível também é utilizado internamente na frota da Cocal Energia S.A., substituindo o diesel. Os rejeitos gerados no processo de produção do biometano são reaproveitados como biofertilizantes nas lavouras de cana (Agência Epbr, 2023).

Como já mencionado, a empresa também produz CO<sub>2</sub> biogênico ou “CO<sub>2</sub> verde”, obtido a partir da separação do gás durante a purificação do biogás. Esse CO<sub>2</sub> é utilizado por indústrias de bebidas, na carbonatação de refrigerantes e cervejas (Ramos, 2022), podendo ainda ser aproveitado como matéria-prima para a fabricação de metanol, ureia e combustível sustentável de aviação (UDOP, 2023).

Diante desse cenário, a empresa passou a certificar os Créditos de Descarbonização (CBIOs), em 2020, no âmbito da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), instituída pela Lei nº 13.576/2017. Os CBIOs “são ativos ambientais emitidos por produtores de biocombustíveis em quantidade proporcional à nota de eficiência de sua produção certificada e ao volume de biocombustível comercializado”. Comercializados na bolsa de valores, podem ser adquiridos por empresas interessadas em cumprir suas metas de descarbonização (Brasil, 2023c).



Os CBIOS representam, portanto, outra forma de a empresa maximizar os ganhos a partir de sua produção base — açúcar e etanol — e consolidar sua imagem de empresa sustentável. O sucesso alcançado com a produção de biometano em Nandiba levou a Cocal Energia S.A. a iniciar a construção de uma nova planta para esse biocombustível na unidade de Paraguaçu Paulista, também no Oeste Paulista, em parceria com a Geo Biogás & Tech (Agência Epbr, 2023; Associação Latino-americana de Materiais Compósitos - ALMACO, 2024).

Esse projeto recebeu financiamento de R\$ 135 milhões do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), por meio do BNDES Fundo Clima, que apoia iniciativas de combate às mudanças climáticas em consonância com o novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Também obteve recursos do Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (Reidi), iniciativa do governo federal que visa desonerar projetos de infraestrutura. Com isso, a empresa obteve abatimento de mais de R\$ 14 milhões em impostos federais para a construção da planta de Paraguaçu Paulista (Novacana, 2023).

Fica evidente, assim, o forte incentivo governamental para ampliar a participação do biogás e do biometano na matriz energética nacional, com o argumento central de sua contribuição para mitigar os efeitos negativos das mudanças climáticas e diversificar a matriz, ainda fortemente dependente da geração hidrelétrica. No entanto, considerando o histórico da atividade sucroenergética no Pontal do Paranapanema, seria possível afirmar que o setor é, de fato, sustentável? Na perspectiva da sustentabilidade formulada no interior da lógica capitalista, o setor parece atender aos critérios.

Keucheyan (2016) aponta que a natureza é uma entidade política, subjugada pelos interesses do neoliberalismo econômico, notadamente para a sustentação do capitalismo. Este, para continuar se reproduzindo, precisa encontrar meios de se reinventar. O modo de exploração da natureza é a causa de sua degradação, mas o capitalismo se vale da criação de mecanismos para tentar corrigir as distorções, de modo que a exploração continue de forma perene. E o desenvolvimento sustentável foi a estratégia encontrada.

O desenvolvimento sustentável surge como uma forma de tornar racional o capitalismo, partindo do pressuposto de que seria possível manter o ritmo de produção e consumo por meio de práticas consideradas sustentáveis. No entanto, para Egoshi e Santos (2021), o desenvolvimento sustentável atende apenas aos interesses demagógicos de políticos e funciona como slogan marqueteiro de empresas e grandes conglomerados nacionais e internacionais, inclusive de setores como o hidrocarbonífero e a mineração.

Nesse contexto, o desenvolvimento sustentável está inserido em uma lógica segundo a qual “[...] a ‘natureza’ é entendida meramente como uma variável a ser manejada, administrada, gerida, na velha tradição racionalista, burocrática e iluminista, de tal forma a não obstaculizar a concepção hegemônica de ‘desenvolvimento’” (Zhou, 2004, p. 212).

Montibeller-Filho (2001) e, mais recentemente, Kruse e Cunha (2022) apontam o contrassenso na tentativa de conciliar desenvolvimento, pobreza e ambiente, pois todas as mazelas sociais e ambientais derivam da busca desenfreada por lucro por parte da classe dominante mundial.

Assim, as chamadas energias renováveis são exemplos do padrão de sustentabilidade proposto pelo capitalismo. Em aparência, elas contribuiriam para mitigar os impactos negativos do desequilíbrio climático, à medida que reduziriam consideravelmente — ou até anulariam — as emissões de gases de efeito estufa (GEE) para a atmosfera, ao mesmo tempo que diminuiriam drasticamente, no caso da bioenergia, a produção de resíduos que seriam descartados, contribuindo para a economia circular.

Porém, em essência, os projetos considerados renováveis também têm provocado impactos e conflitos ambientais ao redor do mundo. Contreras et al. (2023, p. 4, tradução nossa) apontam que a implementação das infraestruturas renováveis intensifica a extração de recursos da natureza, a privatização de terras e de serviços públicos essenciais, como a eletricidade, o que “[...] exacerba as antigas relações econômicas capitalistas de acumulação por desapropriação.”

Os autores consideram que a transição energética, com destaque para os megaprojetos de energias renováveis, é ancorada no colonialismo energético, já que subjaz uma perspectiva colonial de dominação econômica, cultural e política à qual continuam submetidos os países periféricos pelas metrópoles — inclusive as periferias do Norte Global. Nesse contexto, os países periféricos permanecem como fornecedores de matérias-primas e energia para as nações centrais, perpetuando sua condição de subalternidade colonial. Os megaprojetos de energias renováveis implantados em

países da África, para abastecer a Europa, e na Mongólia, para consumo na China, são apontados como exemplos do colonialismo energético (Contreras et al., 2023).

Isso implica desigualdades na correlação de forças com indígenas, camponeses e outras comunidades impactadas por megaprojetos de energia ditos sustentáveis. Tais assimetrias estão relacionadas, por exemplo, à grilagem e desapropriação de terras e a outras formas de violência, como a destruição biocultural e a desestruturação de bens comunitários. Nesse contexto, a essas comunidades restam os impactos negativos de projetos dissociados de seu modo de vida, convertendo muitas localidades em zonas de sacrifício, enquanto os lucros são distribuídos para lugares muito distantes. “Isso é legitimado pelos discursos neoliberais, racistas e patriarcais daqueles que promovem uma transição energética corporativa no contexto da crise climática.” (Contreras et al., 2023, p. 5, tradução nossa).

O colonialismo energético promove uma narrativa tendenciosa e paradoxal que pretende estabelecer que o desenvolvimento de energia renovável é sustentável e benigno, ou no pior dos casos, a maneira “menos ruim” de lidar com as crises climáticas, enquanto, na verdade, renova o sistema capitalista baseado na destruição extrativista dos bens comuns bioculturais das comunidades rurais e indígenas (Contreras et al., 2023, p. 11, tradução nossa).

Um grande exemplo disso é a energia eólica. Os aerogeradores instalados em diversas localidades do Nordeste causam desterritorialização, conflitos fundiários e perda de acesso a terras comunais. Mas não apenas isso. Segundo Machado e Serrano (2023), eles também provocam problemas de saúde, como depressão, insônia e surdez. Já Faustino, Tupinambá e Meirelles (2023) destacam os impactos ambientais causados pela instalação dos parques eólicos em ambientes ecologicamente frágeis, como as áreas de dunas.

Esses impactos ambientais resultam em conflitos entre as empresas que controlam os parques eólicos e as comunidades locais, marcados por uma evidente assimetria de poder. Nessa dinâmica, as comunidades passam a depender das empresas para a gestão das terras — antes conduzida com base em saberes e práticas tradicionais (Faustino; Tupinambá; Meirelles, 2023).

E o setor sucroenergético, para além de sua aparência sustentável, também se destaca por seus impactos e conflitos ambientais, como demonstrado na sequência.

### ***Os impactos da pulverização aérea de agrotóxicos em uma pequena propriedade rural de Pirapozinho (SP): a desigual correlação de forças nos territórios***

Diante do cenário exposto até aqui, é imprescindível debater os impactos da atividade sucroenergética nos territórios. Um deles é a poluição atmosférica decorrente da queima da palha no período da colheita, que lança milhões de toneladas de gases de efeito estufa na atmosfera. Esses impactos ambientais são conhecidos há décadas no Brasil e em muitas partes do mundo (Moitinho et al., 2021).

É preciso reconhecer, contudo, que houve forte redução dessa prática nos últimos vinte anos. Cerca de 92% da colheita da cana no país já é realizada de forma mecanizada. No estado de São Paulo, esse percentual alcança 98% (Brasil, 2024a). A despeito dessa redução da queima — desigual entre os estados —, ela ainda representa uma importante fonte de emissões, cujos efeitos negativos impactam inclusive os municípios que compõem a Região Metropolitana de São Paulo, distante das grandes plantações do interior do estado (Souto-Oliveira et al., 2023).

Já no extremo oeste do estado, no Pontal do Paranapanema, os principais impactos referem-se à contaminação — sobretudo de pequenas propriedades e assentamentos rurais — por resíduos de agrotóxicos pulverizados nos canaviais. Esses resíduos contaminam e matam plantações e animais, além de prejudicarem a saúde humana, com potencial carcinogênico (Martins, 2019; Machado, 2020; Freitas, 2022). Somam-se a isso a contaminação dos solos, das águas superficiais e subterrâneas, bem como das matas secundárias e remanescentes (Romagnoli; Manzione, 2017).

A questão da pulverização aérea chama a atenção em todas as regiões que possuem monocultivos de cana e outros cultivos agrícolas. A pulverização aérea de agrotóxicos vem sendo utilizada, inclusive, como arma química em regiões onde ocorrem conflitos fundiários, com a complacência — intencional ou não — do Poder Público (Freitas; Bonfatti; Vasconcellos, 2022).

Augusto et al. (2024, p. 83) denunciam que a pulverização aérea de agrotóxicos serve para afetar “[...] a vida de comunidades camponesas, quilombolas e povos originários das florestas e ribeirinhos, visando sua eliminação enquanto grupos de resistência territorial.”

Os autores alertam ainda para as consequências nefastas dos agrotóxicos sobre a saúde reprodutiva, em razão de alterações hormonais e genéticas em células reprodutoras e nos embriões. Isso provoca aumento da infertilidade, malformações congênitas, abortos, partos prematuros, bem como neoplasias e distúrbios endócrinos. Tais impactos podem afetar as populações do campo e da cidade, seja pela deriva, pela água ou por alimentos contaminados (Augusto et al., 2024).

No Pontal do Paranapanema, pequenos produtores rurais e assentados da Reforma Agrária há anos denunciam o envenenamento de suas plantações, criações de animais e sua própria intoxicação em decorrência da deriva de agrotóxicos — fenômeno em que parte do produto pulverizado nos canaviais é transportada pelo vento para áreas circunvizinhas às plantações.

É importante considerar, nesse contexto, que há reduzidíssimos períodos em que a pulverização aérea de agrotóxicos pode ser realizada de forma segura, dadas as características meteorológicas da região, o que torna a prática inviável no Pontal do Paranapanema (Camargo Jardim e Garcia Tommasselli, 2020).

A Cocal Energia S.A. é uma das empresas sucroenergéticas do Pontal do Paranapanema acusadas por pequenos agricultores e assentados da Reforma Agrária de contaminarem suas lavouras por meio dessa prática. Como demonstrado mais adiante, a empresa foi denunciada pelo Ministério Público Estadual por provocar esse dano ambiental na região.

A Cocal Energia S.A., contudo, se vangloria, em seu site, de fomentar o desenvolvimento sustentável. Além da produção de combustíveis renováveis, o sítio institucional da empresa afirma que ela investe na proteção de áreas naturais, reflorestamento, reutilização da água no processo produtivo, práticas para evitar a erosão do solo e uso de biofertilizantes, com o objetivo de reduzir o uso de insumos químicos nas lavouras.

Porém, a sustentabilidade desta e de outras empresas do setor sucroenergético deveria envolver, também, o respeito às legislações ambientais que regulamentam a pulverização aérea de agrotóxicos e, principalmente, às pessoas que vivem no entorno das monoculturas canavieiras, cujas formas de vida nos territórios entram em choque com seus interesses.

A apicultura, a sericicultura, a piscicultura e outras atividades econômicas desenvolvidas por pequenos agricultores e assentados da Reforma Agrária são flagrantemente desrespeitadas e desconsideradas. Isso gera um cenário de conflitos ambientais que, em última análise, é sempre vencido pelas grandes empresas. As denúncias de contaminação se sucedem há anos, mas, a despeito da atuação do Ministério Público, a situação persiste.

Um exemplo disso foi identificado durante trabalho de campo realizado em uma pequena propriedade rural no município de Pirapozinho, que há décadas se dedica à sericicultura. O município está localizado no Pontal do Paranapanema, na 10ª Região Administrativa de Presidente Prudente. Possui área territorial de 477,673 km<sup>2</sup> e população estimada em 26.065 habitantes (Brasil, 2024b).

Vivem na propriedade quatro membros de uma mesma família, todos dedicados à sericicultura. Um dos integrantes se dispôs a relatar os problemas enfrentados nos últimos anos em razão da pulverização aérea de agrotóxicos nas lavouras de cana do entorno.

O entrevistado relatou que vive ali desde 1966, quando, ainda criança, migrou com sua família do oeste do Paraná. Até 1975, a propriedade era destinada à cultura do café. Porém, uma forte geada prejudicou a plantação e fez a família desistir desse cultivar, apostando na criação do bicho-da-seda, que, desde então, é a principal atividade desenvolvida.

Hoje, são os maiores sericultores da região, segundo o entrevistado. A família conta com três galpões ou barracões que abrigam nove caixas e meia dedicadas às larvas do bicho-da-seda. As caixas são estruturas de madeira semelhantes a canteiros suspensos, nas quais se dispõem as ramas da amoreira juntamente com as larvas; a amoreira é cultivada na propriedade e serve de alimento para os insetos (Figura 5). Cada caixa recebe dez gramas de larvas (cerca de 33 mil), que produzem aproximadamente 60 quilos de casulos, a depender da variabilidade das condições atmosféricas ao longo do ano e dos impactos da pulverização aérea.



O entrevistado explicou que o ciclo de produção do bicho-da-seda é de 25 dias, totalizando de dez a onze produções anuais. As larvas sofrem intoxicação por agrotóxicos ao se alimentarem das folhas da amoreira, ficando incapacitadas de formar casulos nos padrões exigidos pela indústria da seda.

Figura 5 - (A) Barracão; (B) Caixas onde são dispostos os ramos de amoreira e as larvas/lagartas do bicho-da-seda; (C) Lagartas em estágio inicial de desenvolvimento sobre os ramos de amoreira; (D) plantação de amoreira na propriedade



Fonte: Os autores, 2025.

A propriedade é cercada por monoculturas de soja e cana-de-açúcar, além de outras pequenas propriedades, algumas das quais também se dedicavam à sericicultura, mas desistiram da atividade em virtude das perdas recorrentes causadas pela pulverização aérea de agrotóxicos nas lavouras de cana-de-açúcar, conforme relatado pelo entrevistado. Este informou que três produtores nas proximidades abandonaram a sericicultura, restando apenas sua família e outro pequeno produtor que vive próximo à cidade de Pirapozinho.

Ele relatou que a pulverização aérea com aeronaves ocorre desde 2014, quando as lavouras de cana-de-açúcar passaram a ocupar áreas anteriormente destinadas às pastagens. Não são apenas os sericultores que sofrem os impactos da deriva de agrotóxicos. Segundo o entrevistado, seu irmão, que possui uma propriedade vizinha dedicada à fruticultura, também tem sido afetado, registrando queda na produção em razão do agrotóxico utilizado para secar a palha da cana.

Em agosto de 2024, houve perda total da produção do entrevistado, com efeitos retardados nos meses seguintes, em virtude do baixo volume de precipitação e da persistência de resíduos de agrotóxicos nas folhas das amoreiras. O entrevistado informou que o Ministério Público e a Defesa Civil estiveram na propriedade para averiguar a situação, coletar amostras (bichos-da-seda e folhas de amoreira) e registrar a ocorrência. Além disso, ele entregou ao Ministério Público vídeos gravados com aparelho de telefonia móvel, nos quais é possível ver o avião realizando a pulverização aérea nos canaviais. Contudo, até aquele momento, os agricultores familiares ainda não haviam recebido uma devolutiva do Ministério Público. Segundo o entrevistado, a Cocal Energia S.A. afirma que ele e outros sericultores precisam provar que a contaminação é decorrente da pulverização aérea.



O entrevistado reforçou, porém, que em anos anteriores também houve perdas, até que, em 2019, o Ministério Público Estadual firmou um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) com a Cocal Energia S.A., visando à interrupção da pulverização aérea nas imediações daquela e de outras pequenas propriedades rurais vizinhas, que também se dedicavam à sericicultura. Os sericultores se uniram para formalizar a denúncia ao Ministério Público, que constatou a contaminação das criações de bicho-da-seda.

Não foi possível localizar o TAC mencionado pelo entrevistado, e o Ministério Público Estadual ainda não o havia encaminhado até a finalização deste artigo. Todavia, o entrevistado afirmou que, após a assinatura do TAC, a pulverização aérea cessou por cerca de três anos, período em que foi possível desenvolver a sericicultura de forma satisfatória. Entretanto, a Cocal Energia S.A. obteve autorização de instâncias superiores da Justiça para retomar a pulverização nos canaviais.

Cabe destacar que, já em 2015, o Ministério Público Estadual ajuizou uma ação civil pública, com pedido de liminar, contra a Umoe Bioenergy S/A, Usina Alto Alegre S/A, Cocal Comércio Indústria Canaã e Álcool Ltda. (hoje Cocal Energia S.A.), e a Conquista do Pontal S/A, pertencente ao grupo Odebrecht Agroindústria, com o objetivo de proibir a pulverização aérea de agrotóxicos no município de Mirante do Paranapanema. A ação decorreu de um inquérito civil instaurado em 2009, destinado à coleta de provas sobre os danos ambientais causados pela pulverização aérea na região (São Paulo, 2015a).

O Ministério Público elaborou um laudo técnico com informações reunidas desde 2009, quando surgiram as primeiras denúncias relacionadas aos impactos danosos da pulverização aérea nos canaviais da região. Na ação civil pública, argumentou-se que a região não possui condições ambientais favoráveis à prática e que havia indícios de que as empresas não cumpriam as exigências legais e os procedimentos técnicos adequados para sua realização (São Paulo, 2015a). Diante disso, a Justiça determinou a suspensão da pulverização aérea de agrotóxicos em Mirante do Paranapanema (São Paulo, 2015b).

No que se refere à Cocal Energia S.A., o Ministério Público identificou que a empresa Aviação Agrícola Gaivota LTDA foi responsável pela aplicação dos agrotóxicos (inseticidas) Certero, Altacor e Curbix em canaviais sob responsabilidade da Cocal, entre 2014 e 2015, em cerca de 54 áreas que abrangem os municípios de Álvares Machado, Anhumas, Nantes, Narandiba, Pirapozinho, Presidente Bernardes e Taciba. O Ministério Público concluiu, com base em dados fornecidos pela própria empresa e em análises de estações meteorológicas, que não foram respeitadas as condições ambientais (temperatura, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos) e os parâmetros técnicos exigidos para a pulverização aérea (São Paulo, 2015a).

A empresa Bratac — fábrica de seda com sedes em Londrina (Paraná) e Bastos (São Paulo), responsável por fornecer as larvas aos sericultores e adquirir a produção — participou da ação civil pública, fornecendo ao Ministério Público informações sobre as perdas de produção verificadas entre dezembro de 2014 e janeiro de 2015. Dos trinta e seis sericultores atuantes no Pontal do Paranapanema naquele período, cerca de 16 denunciaram perdas nos municípios de Estrela do Norte, Mirante do Paranapanema e Sandovalina (São Paulo, 2015a).

Diante da situação, o entrevistado manifestou preocupação com sua saúde, a de sua família e a dos animais, relatando ser possível sentir o cheiro dos agrotóxicos durante as pulverizações. Demonstrou apreensão com a possível contaminação das pastagens, da mina d'água que abastece a família e da represa utilizada para a dessedentação dos animais.

O produtor obteve a certificação orgânica da produção há pouco mais de um ano — uma exigência do mercado internacional. Assim, o agrotóxico pulverizado nos canaviais compromete diretamente a atividade, contrariando as diretrizes da empresa compradora dos casulos, a Bratac, que exige produção exclusivamente orgânica.

Nesse contexto, o entrevistado afirmou não poder contar com o poder público local (prefeitura), uma vez que não observa ações efetivas para resolver o problema. Ele pondera que não é contra a pulverização aérea em si, mas contra o desrespeito à sua família, ao seu modo de vida e às condições ambientais necessárias para a realização dessa prática:

“Se ele [Cocal Energia S.A.] conseguir fazer uma tecnologia, pulverizar com outra coisa - não com aviação -, não prejudica ninguém. Não é só para o bicho-da-seda, é para o meio ambiente que eu estou falando. [...] A gente não quer prejudicar ninguém,

mas que não prejudique a gente também. [...] Começamos primeiro, depois que a cana chegou” (Entrevistado – 23/01/2025).

Além da pulverização aérea de agrotóxicos, que é o principal fator de impacto à produção, o sericicultor avaliou que o clima já não apresenta mais regularidade, sobretudo na distribuição das chuvas ao longo dos meses, o que afeta diretamente o desenvolvimento das amoreiras e, conseqüentemente, dos bichos-da-seda.

Contudo, apesar das perdas e do desânimo, o entrevistado relatou que pretende continuar com a sericultura, atividade que desenvolve há décadas. Lamentou, porém, que a área da propriedade seja pequena e insuficiente para cultivos ou criações que demandem maior extensão territorial.

Ficou evidente que o cenário de conflito gerado pela introdução da pulverização aérea de agrotóxicos nos canaviais vizinhos a essa e a outras pequenas propriedades da região teve, até o momento, a Cocal Energia S.A. como vencedora. Apesar das irregularidades associadas a essa prática, a empresa continua a empregá-la, beneficiando-se de seu poder econômico — que lhe permite recorrer a instâncias superiores com equipes jurídicas especializadas — e das múltiplas possibilidades de interpretação das leis por juízes e desembargadores.

Diante do que foi exposto pelo entrevistado, evidencia-se um cenário de conflito ambiental. Segundo Acsegrad (2004, p. 28), os conflitos ambientais são:

[...] aqueles envolvendo grupos sociais com modos diferenciados de apropriação, uso e significação do território, tendo origem quando pelo menos um dos grupos tem a continuidade das formas sociais de apropriação do meio que desenvolvem ameaçada por impactos indesejáveis — transmitidos pelo solo, água, ar ou sistemas vivos — decorrentes do exercício das práticas de outros grupos.

Esses conflitos também revelam a assimetria na correlação de forças e nas distintas visões de apropriação dos recursos naturais por diferentes grupos e agentes sociais nos territórios (Miranda, 2013). Não é por acaso que, dos cinco sericicultores daquela porção do município, restem apenas dois, enfrentando imensas dificuldades para manterem suas atividades.

Zhour (2004, p. 212) considera que é fundamental analisar as desigualdades que estão materializadas na apropriação dos recursos naturais nos territórios, bem como “[...] a desproporcional distribuição dos riscos e das cargas de poluição industrial na nossa sociedade — perspectiva efetivamente política e sociológica que tende a considerar as redes de poder constituídas historicamente [...]”.

A complacência do Poder Público e a incapacidade do Judiciário de fazer valer as leis — aspectos claramente apontados pelo entrevistado — são exemplos cristalinos de como a territorialização de um setor econômico pode se sobrepor, inclusive, à Constituição de um país, perpetuando seus interesses. No plano das aparências, a sustentabilidade é instrumentalizada para legitimar projetos que, estruturalmente, se afastam dos interesses da sociedade e das dinâmicas da natureza.

Torna-se, portanto, evidente a contribuição da Ecologia Política para a compreensão desse fenômeno. O setor sucroenergético paulista representa apenas uma pequena engrenagem de uma poderosa máquina capitalista, cuja essência está em mobilizar e sobrepujar os recursos da natureza para sustentar um padrão de produção e consumo insustentável.

Importa considerar, nesse contexto — e o exemplo do setor sucroenergético é bastante elucidativo —, que o Estado capitalista é peça-chave para a perpetuação desse *modus operandi*. A energia é imprescindível para assegurar a reprodução contínua do capitalismo, mesmo que isso implique a degradação irreversível dos ambientes e, em última instância, o colapso da natureza e dos modos de vida das sociedades como os conhecemos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia está no centro das discussões sobre os impactos das mudanças climáticas — ou desequilíbrio climático —, visto que os combustíveis fósseis são apontados como a principal causa do aumento da temperatura média do planeta, especialmente nas últimas cinco décadas. Nesse contexto, as chamadas energias renováveis surgem como alternativas para viabilizar uma transição energética em direção ao uso predominante de fontes limpas, com baixa (ou nenhuma) emissão de GEE.

O biogás e, em particular, o biometano são considerados combustíveis-ponte nessa transição, pois contribuem para reduzir as emissões de metano — um potente GEE — na atmosfera, além de emitirem menos CO<sub>2</sub> do que as matrizes fósseis, aproveitando resíduos orgânicos que, de outro modo, seriam descartados.

O Brasil possui um imenso potencial para a produção de biogás e biometano, em razão da grande quantidade de resíduos orgânicos e biomassa disponíveis. O estado de São Paulo já ocupa a posição de maior produtor nacional de biogás e o terceiro de biometano. A expansão da produção no setor sucroenergético paulista, impulsionada pelo aumento significativo da área plantada de cana-de-açúcar nas últimas duas décadas, ilustra a proeminência desse setor no chamado “pré-sal caipira”. Todavia, o setor sucroenergético carrega um histórico de impactos e conflitos ambientais nos territórios, o que evidencia as contradições das denominadas fontes renováveis.

Assim como outras energias consideradas “limpas”, o setor sucroenergético tem se apropriado do marketing da sustentabilidade em um contexto permeado por práticas insustentáveis. O estudo de caso aqui apresentado evidencia essas contradições, demonstrando que o setor continua a reproduzir práticas deletérias em territórios nos quais coexistem outras territorialidades e modos de relação com a natureza.

Nesse cenário, o discurso da sustentabilidade é convenientemente utilizado para reforçar a ideia de que o setor sucroenergético é fundamental no enfrentamento das mudanças climáticas, por produzir combustíveis limpos e renováveis. Contudo, estruturalmente, o setor tem contribuído para o desequilíbrio ambiental no Pontal do Paranapanema, especialmente devido à pulverização aérea de agrotóxicos, que contamina mananciais superficiais e subterrâneos, os solos e, consequentemente, as populações rurais e urbanas, além de outros seres vivos.

Os impactos sobre o modo de vida de uma família sericicultora de Pirapozinho são um exemplo emblemático. Há anos, essa família enfrenta e denuncia as consequências da pulverização aérea de agrotóxicos nos canaviais vizinhos, prática atribuída à Cocal Energia S.A., empresa que se orgulha de seguir padrões sustentáveis de produção e de manejo das áreas sob sua gestão.

Apesar da atuação do Ministério Público Estadual — que monitora o fenômeno desde 2009 e já registrou inúmeros impactos negativos na região —, o poder econômico do setor sucroenergético tem impedido a implementação de ações efetivas em prol da proteção ambiental e das populações locais. Diversas empresas sucroenergéticas, incluindo a Cocal Energia S.A., foram denunciadas pelo Ministério Público na última década no Pontal do Paranapanema, mas a pulverização aérea de agrotóxicos nos canaviais persiste.

Observa-se, assim, um cenário de conflitos ambientais resultantes do choque de interesses e da desigual correlação de forças entre os sericicultores e a Cocal Energia S.A. Isso evidencia estratégias de reprodução econômica ancoradas em megaprojetos que mobilizam grandes extensões territoriais para a produção em larga escala, atendendo às incessantes demandas do capitalismo, que depende da exploração intensiva da natureza para continuar se reproduzindo.

Portanto, a suposta contribuição do biogás e do biometano para mitigar os efeitos negativos do desequilíbrio climático não pode ser utilizada como justificativa para causar outros impactos ambientais igualmente graves nos territórios. Afinal, o desequilíbrio climático é apenas um dos múltiplos problemas ambientais enfrentados pela humanidade na contemporaneidade — todos associados a um modelo capitalista que é, em sua essência, predatório e irracional.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que financiou esta pesquisa.

À Aline Aparecida Santos, pela valiosa ajuda com a edição gráfica dos mapas.

## REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. As práticas espaciais e o campo dos conflitos ambientais. In: ACSELRAD, H. (org.). **Conflitos ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará; Fundação Heinrich Böll, 2004. p.

13-38. Disponível em: <https://conflitosambientais.org/wp-content/uploads/2023/06/Conflitos-Ambientais-no-Brasil-Acselrad-Henri.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2025.

AGÊNCIA EPBR. **Cocal inicia construção de segunda planta de biometano de resíduos de cana no oeste paulista**. 14 ago. 2023. Disponível em: <https://epbr.com.br/cocal-inicia-construcao-de-segunda-planta-de-biometano-de-residuos-de-cana-no-oeste-paulista/>. Acesso em: 26 out. 2024.

AGÊNCIA EPBR. **GasBrasiliano começa a operar 1º gasoduto isolado de distribuição de biometano**. 12 jan. 2024. Disponível em: <https://epbr.com.br/gasbrasiliano-comeca-a-operar-1o-gasoduto-isolado-de-distribuicao-de-biometano/>. Acesso em: 26 jan. 2025.

ALMACO - Associação Latino-Americana de Materiais Compósitos.. **Cocal começa a construir 2ª planta de biogás, que receberá aporte de R\$ 216 milhões**. 29 ago. 2024. Disponível em: <https://almaco.org.br/2024/08/29/cocal-comeca-a-construir-2a-planta-de-biogas-que-recebera-aporte-de-r-216-milhoes-2/>. Acesso em: 2 jan. 2025.

ALMEIDA, R. Entenda por que o metano é um combustível limpo. **UOL**. Disponível em: <https://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/quimica/entenda-porque-o-metano-e-um-combustivel-limpo.htm>. Acesso em: 23 maio 2025.

AUGUSTO, L. G. da S. *et al.* (org.). **Dossiê danos dos agrotóxicos na saúde reprodutiva: conhecer e agir em defesa da vida**. Associação Brasileira de Saúde Coletiva; Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro: Ed. dos Autores, 2024. Disponível em: <https://abrasco.org.br/download/dossie-danos-dos-agrotoxicos-na-saude-reprodutiva/>. Acesso em: 14 maio 2025.

BOURDIN, S.; DELCAYRE, H. Does size matter? The effects of biomethane project size on social acceptability. **Energy Policy**, v. 195, p. 114363, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421524003835>. Acesso em: 16 dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114363>.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017)**. Brasília: ANA, 2017a. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/0c698205-6b59-48dc-8b5e-a58a5dfcc989>. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base cartográfica contínua do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html>. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). **Biometano**. 20 dez. 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/biometano>. Acesso em: 6 abr. 2024.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia/2050**. 2020b. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf#search=PNE%202050>. Acesso em: 4 dez. 2024.

BRASIL. Casa Civil. **Criação de mercado global de metano é proposto pelo Brasil na COP27**. 16 nov. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2022/novembro/criacao-de-mercado-global-de-metano-e-proposto-pelo-brasil-na-cop27>. Acesso em: 10 fev. 2025.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 1879, de 2022**. Cria a Política de Produção e Uso do Biogás e do Biometano, e altera a Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999. 5 jul. 2022b. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=9180880&ts=1683740468457&disposition=inline>. Acesso em: 5 dez. 2024.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Panorama de biometano: perspectivas para o mercado nacional**. Rio de Janeiro: EPE, 2023a. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-781/Panorama%20de%20Biometano.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2024.



BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção agropecuária: cana-de-açúcar no estado de São Paulo**. 2023b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cana-de-acucar/sp>. Acesso em: 16 dez. 2024.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Volume de negociação de créditos de descarbonização (CBIOS) ultrapassa os R\$ 8 bilhões**. 4 set. 2023c. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/volume-de-negociacao-de-creditos-de-descarbonizacao-cbios-ultrapassa-os-r-8-bilhoes>. Acesso em: 6 dez. 2024.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Brasília, DF, v. 12, n. 3, nov. 2024a. Disponível em: [file:///C:/Users/alesd/Downloads/E-book\\_BoletimZdeZSafrasZcana\\_3ZlevZ2024.pdf](file:///C:/Users/alesd/Downloads/E-book_BoletimZdeZSafrasZcana_3ZlevZ2024.pdf). Acesso em: [data de acesso]. ISSN 2318-7921.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pirapozinho – Panorama**. 2024b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/pirapozinho/panorama>. Acesso em: 10 fev. 2025.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). **Produtores de biometano – mapa**. 2025. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaM2MwZWQ0ZjAtYTJRjNy00MWUyLThiYzgtYjI4Y2JmMjA3YzNhlwiidCI6IjQ0OTlmNGZmLTl0YTYtNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2FkYzkyZkxMyJ9>. Acesso em: 16 dez. 2024.

CAMARGO JARDIM, F. H.; GARCIA TOMMASELLI, J. T. Condições meteorológicas do Pontal do Paranapanema e as pulverizações aéreas de agrotóxicos. **Formação (Online)**, v. 27, n. 51, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33081/formacao.v27i51.6607>.

CIBIOGÁS - Centro Internacional de Energias Renováveis-. **Panorama do Biogás no Brasil 2023: Relatório Técnico nº 001/2023**. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2023. Disponível em: <https://materiais.cibiogas.org/panorama-do-biogas-2023>. Acesso em: 16 dez. 2024.

CIBIOGÁS - Centro Internacional de Energias Renováveis-. **Biogás x outros gases: Qual a diferença entre GLP, GN, GNV e biometano?** 16 dez. 2024. Disponível em: <https://cibiogas.org/blog/biogas-x-outros-gases-qual-a-diferenca-entre-glp-gn-gnv-e-biometano/>. Acesso em: 16 dez. 2024.

COCAL. **Página oficial**. Disponível em: <https://www.cocal.com.br/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

CONTRERAS, J. S. *et al.* Energy colonialism: a category to analyse the corporate energy transition in the Global South and North. **Land**, v. 12, n. 6, art. 1241, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/6/1241>. Acesso em: 16 maio 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/land12061241>

EGOSHI, K.; SANTOS, B. J. **A falácia do desenvolvimento sustentável**. Clube de Autores, 2021.

ENERGIA E BIOGÁS. **Qual a diferença entre biogás, biometano, gás natural e gás liquefeito de petróleo?** 23 mai. 2022. Disponível em: <https://energiaebiogas.com.br/qual-a-diferenca-entre-biogas-biometano-gas-natural-e-gas-liquefeito-de-petroleo>. Acesso em: 16 dez. 2024.

ESRI - Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS: version 10.8**. Redlands, California, 2020.

FAUSTINO, C.; TUPINAMBÁ, S. V.; MEIRELLES, E. Impactos e danos socioambientais da energia eólica no ambiente marinho-costeiro no Ceará. **Fundação Rosa Luxemburgo**, 29 ago. 2023. Disponível em: <https://rosalux.org.br/impactos-e-danos-socioambientais-da-energia-eolica-no-ambiente-marinho-costeiro-no-ceara/>. Acesso em: 16 maio 2025.

FERREIRA, S. F. *et al.* Environmental impact assessment of end-uses of biomethane. **Journal of Cleaner Production**, 230, 613-621, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619315501?via%3Dihub>. Acesso em: 18 dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.034>.

FILONCHYK, M. *et al.* Greenhouse gases emissions and global climate change: Examining the influence of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O. **Science of The Total Environment**, 935, 173359, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896972403506X>. Acesso em: 17 dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173359>.

FREITAS, H. Estudo mostra pela 1ª vez que agrotóxicos cancerígenos são lançados de avião em SP. 12 out. 2022, **Repórter Brasil**. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2022/10/estudo-mostra-pela-primeira-vez-que-agrotoxicos-cancerigenos-sao-lancados-de-aviao-em-sp/>. Acesso em: 5 abr. 2024.

FREITAS, L. M. de; BONFATTI, R.; VASCONCELLOS, L. C. F. de. Impactos da pulverização aérea de agrotóxicos em uma comunidade rural em contexto de conflito. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 46, n. especial 2, p. 224–235, jun. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/XRcW7grFWTrDgCTJg4d9WmP/>. Acesso em: 14 maio 2025.

KEUCHEYAN, R. **La naturaleza es un campo de batalla**. Madrid: Clave Intelectual, 2016.

KRUSE, B. C.; CUNHA, L. A. G. Reflexões críticas acerca do desenvolvimento (in)sustentável. **Revista IDeAS – Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade**, v. 16, n. 1, p. 1-20, jan./dez. 2022. Disponível em: <https://revistaideas.ufrj.br/ojs/index.php/ideas/article/view/322>. Acesso em: 4 abr. 2024.

LANNI, D. *et al.* Biomethane production through the power to gas concept: a strategy for increasing the renewable sources exploitation and promoting the green energy transition. **Energy Conversion and Management**, v. 293, 1 out. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890423008841#b0110>. Acesso em: 16 dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117538>.

MACHADO, A. M. **A reestruturação produtiva canavieira e as implicações para a saúde dos trabalhadores assentados no Pontal do Paranapanema (SP)**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/192762>. Acesso em: 2 jan. 2025.

MACHADO, L.; SERRANO, V. Depressão, insônia, surdez: o drama dos agricultores que vivem embaixo de parque eólico em cidade de Lula. **BBC News Brasil**, 14 ago. 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cglyg8np3mno>. Acesso em: 16 maio 2025.

MAPBIOMAS. **Mosaicos Landsat**. 2025. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/mosaicos-landsat/>. Acesso em: 20 maio 2025.

MARDEGAN, G. E. **Expansão da cana-de-açúcar no estado de São Paulo e efeitos na estrutura fundiária, entre 2006 e 2017, sob o protocolo agroambiental do setor sucroenergético paulista**. 2023. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/850c74cb-01f4-4ecf-9431-04a8c9a057d0>. Acesso em: 16 dez. 2024.

MARTINS, F. G. **Gerenciamento de embalagens vazias de agrotóxicos no Pontal do Paranapanema: estudo a partir do assentamento rural São Bento, Mirante do Paranapanema, São Paulo, Brasil**. 2019. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/191379>. Acesso em: 11 fev. 2025.

MIRANDA, R. S. Ecologia política e processos de territorialização. **Revista Sociedade e Estado**, v. 28, n. 1, p. 142-161, jan./abr. 2013. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sociedade/article/view/5710>. Acesso em: 4 jan. 2025.

MOITINHO, M. R. *et al.* Effects of burned and unburned sugarcane harvesting systems on soil CO<sub>2</sub> emission and soil physical, chemical, and microbiological attributes. **Catena**, v. 196, jan. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104903>.

MONTIBELLER-FILHO, G. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

NOVACANA. **Cocal recebe incentivo fiscal de R\$ 14,45 milhões para instalação da segunda planta de biometano**. 22 jun. 2023. Disponível em: <https://www.novacana.com/noticias/cocal-incentivo-fiscal-r-14-45-mi-instalacao-segunda-planta-biometano-220623>. Acesso em: 2 jan. 2025.

RAMOS, C. S. Na Cocal, resíduo de usina vira gás para refrigerante. **Valor Econômico**, 2 jul. 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2022/07/02/na-cocal-residuo-de-usina-vira-gas-para-refrigerante.ghtml>. Acesso em: 24 jan. 2025.

RENDELUCCI, F. Metano: fontes de metano, combustão e aquecimento global. **UOL Educação**, [s.d.]. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/metano-fontes-de-metano-combustao-e-aquecimento-global.htm>. Acesso em: 12 maio 2025.

ROMAGNOLI, I.; MANZIONE, R. L. Expansão do agrohidronegócio no Pontal do Paranapanema (UGRHI-22): ocupação da terra pela cultura da cana-de-açúcar entre os anos de 2002 e 2013 x vulnerabilidade de aquífero. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14., 2017, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABAS, 2017. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28703/18611>. Acesso em: 5 jan. 2025.

SAKR, A. Natural gas resources, emission, and climate change. In: **Advances in Natural Gas: Formation, Processing, and Applications**. v. 1, p. 19-53, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780443192159000153>. Acesso em: 16 dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-19215-9.00015-3>.

SÃO PAULO (Estado). Ministério Público do Estado de São Paulo. **Ação Civil Pública nº 30/2009**. Aplicação aérea de agrotóxicos – atividade sucroalcooleira – desrespeito a normas legais e regulamentares para pulverização de agrotóxicos por aviões – descabimento do procedimento na região do Pontal do Paranapanema pela inexistência de parâmetros climáticos adequados. 2015a. Disponível em: [https://mpsp.mp.br/documents/portlet\\_file\\_entry/20122/2569931.pdf/8a1c5c24-7514-b8e4-1ced-862ce0dcb327](https://mpsp.mp.br/documents/portlet_file_entry/20122/2569931.pdf/8a1c5c24-7514-b8e4-1ced-862ce0dcb327). Acesso em: 5 fev. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo. Vara Única da Comarca de Mirante do Paranapanema. **Sentença na Ação Civil Pública nº 30/2009**. Aplicação aérea de agrotóxicos – atividade sucroalcooleira – desrespeito a normas legais e regulamentares para pulverização de agrotóxicos por aviões – descabimento do procedimento na região do Pontal do Paranapanema pela inexistência de parâmetros climáticos adequados. 2015b. Disponível em: [https://mpsp.mp.br/documents/portlet\\_file\\_entry/20122/2570962.pdf/a990c5c4-8221-834f-05d1-f3c534906faf](https://mpsp.mp.br/documents/portlet_file_entry/20122/2570962.pdf/a990c5c4-8221-834f-05d1-f3c534906faf). Acesso em: 5 fev. 2025.

SOUTO-OLIVEIRA, C. E. *et al.* Impact of extreme wildfires from the Brazilian forests and sugarcane burning on the air quality of the biggest megacity on South America. **Science of The Total Environment**, v. 888, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163439>.

UDOP - União Nacional da Bioenergia. **Pré-sal caipira: o futuro sustentável da mobilidade e da energia elétrica passa pelo agro paulista**. 21 out. 2022. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2022/10/21/pre-sal-caipira-o-futuro-sustentavel-da-mobilidade-e-da-energia-eletrica-passa-pelo-agro-paulista.html>. Acesso em: 5 nov. 2024.

UDOP - União Nacional da Bioenergia. **Produção de CO<sub>2</sub> biogênico pode gerar receita extra às destilarias de etanol**. 1 nov. 2023. Disponível em: <https://www.udop.com.br/noticia/2023/11/01/producao-de-co2-biogenico-pode-gerar-receita-extra-as-destilarias-de-etanol.html>. Acesso em: 24 jan. 2025.

UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". **DataCETAS** – Banco de Dados do Centro de Estudos do Trabalho, Ambiente e Saúde. Presidente Prudente: UNESP, 2017. Disponível em: <https://datacetas.fct.unesp.br/>. Acesso em: 23 maio 2025.

VALÉRIO, V. J. de O. Agronegócio sucroenergético: a face atualizada da cana-de-açúcar no estado de São Paulo. **Geografia em Atos (Online)**, v. 5, p. 1–21, 2021. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/8375>. Acesso em: 16 nov. 2024. DOI: <https://doi.org/10.35416/geoatos.2021.8375>.

ZHOURI, Andréa. A re-volta da ecologia política: conflitos ambientais no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 7, n. 2, dez. 2004, p. 211-213. Resenha do livro Conflitos ambientais no Brasil, organizado por Henri Acselrad. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/6tMMGwXyryjCWJbJwzhNf3t/?lang=pt>. Acesso em: 12 mar. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2004000200015>.

Recebido em: 13/03/2025

Aceito para publicação em: 02/06/2025