

Economia e Recursos Naturais no Paraná:  
as potencialidades para o desenvolvimento sustentável

*Economy and Natural Resources in Paraná:  
potential for sustainable development*

*Economía y Recursos Naturales en el Estado de Paraná:  
potencialidades para el desarrollo sostenible*

---

Francisco José Gouveia de Castro\*

---

RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar a situação dos principais recursos naturais e as suas potencialidades para o desenvolvimento econômico sustentável do Estado do Paraná, fundamentado na visão de que o meio ambiente é o principal provedor de recursos ao sistema econômico paranaense. Diante do peso que os setores intensivos em recursos naturais têm assumido na produção estadual, cabe levantar a seguinte pergunta de pesquisa: quais potencialidades para o desenvolvimento sustentável diante das condições ambientais adversas? O presente texto se justifica para instigar a discussão e subsidiar os agentes públicos na elaboração de planos de ações pensando no longo prazo com o objetivo de mitigar e buscar alternativas para o enfrentamento das limitações impostas por condições exógenas à atuação da esfera estadual. Para tal, são utilizadas metodologias que possibilitam a análise comparada entre o Paraná e as principais economias subnacionais brasileiras. O tipo de pesquisa é descritivo, com apoio documental e abordagem quantitativa. A título de conclusão, a potencialidade do estado estaria vinculada ao melhor aproveitamento da produção primária, com maior eficiência e produtividade vinculado à geração de energia limpa, contribuindo assim para minorar as externalidades negativas sobre o meio ambiente.

Palavras-chave: Economia paranaense. Recursos naturais. Desenvolvimento sustentável. Paraná.

---

\* Economista e Mestre em Turismo pela Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. Economista do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: franciscocastro@ipardes.pr.gov.br

Artigo recebido em abril/2023 e aceito para publicação em maio/2023.

**ABSTRACT**

*The purpose of this article is to present the situation of the main natural resources of the state and their sustainable development potential. Natural resources are highly demanded by economic activities with increasing relevance in the state. This poses the question of what is the threshold for sustainable development under unfavorable environmental circumstances. This text instigates the debate and provides material for long term public policies. It assumes that conditions surpassing the state boundaries will require mitigating procedures. The compared analysis between Paraná and other major regional economies of Brazil is carried out through a descriptive research, with documental support and quantitative approach. In conclusion, the state potentiality is intertwined with better practices in the primary sector production, with greater efficiency and higher productivity. Associated to clean energy output, this process contributes, therefore, to reduce deleterious influences to the environment.*

*Keywords: Paraná state economy. Natural resources. Sustainable development.*

**RESUMEN**

*El objetivo de este artículo es presentar la situación de los principales recursos naturales y sus potencialidades para el desarrollo económico sostenible del Estado de Paraná, partiendo de la visión de que el medio ambiente es el principal proveedor de recursos del sistema económico paranaense. Dado el peso que los sectores intensivos en recursos naturales han asumido en la producción estatal, cabe plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son las potencialidades de desarrollo sostenible frente a condiciones ambientales adversas? El presente texto se justifica para instigar la discusión y subsidiar a los agentes públicos en la elaboración de planes de acción pensando en el largo plazo a fin de mitigar y buscar alternativas para enfrentar las limitaciones impuestas por condiciones exógenas al desempeño de la esfera estatal. Para ello, se utilizan metodologías que posibilitan el análisis comparativo entre Paraná y las principales economías subnacionales brasileñas. El tipo de investigación es descriptivo, con soporte documental y abordaje cuantitativo. En conclusión, la potencialidad del estado estaría vinculada al mejor aprovechamiento de la producción primaria, con mayor eficiencia y productividad vinculada a la generación de energía limpia, contribuyendo así a reducir las externalidades negativas sobre el medio ambiente.*

*Palabras clave: Economía de Paraná. Recursos naturales. Desarrollo sostenible.*

## INTRODUÇÃO

Este artigo objetiva apresentar a situação dos Recursos Naturais e as suas potencialidades para o desenvolvimento econômico sustentável do Estado do Paraná. No presente estudo, o escopo é o crescimento econômico, que diz respeito à quantidade de riqueza adicional que um território é capaz de gerar utilizando dos recursos disponíveis para produzir bens e serviços em relação a um período anterior. No caso paranaense, o setor primário da economia ganhou importância relativa à medida que a valorização das *commodities* agropecuárias e ganho de produtividade da terra induziram à especialização em atividades alimentícias. De fato, é incontestável a importância do complexo primário na produção e geração de renda.

Segundo estudos do IPARDES, o agronegócio representa 33% do PIB estadual. Essa participação denota a capacidade de agregação de valor dos recursos primários, e muito dessa relevância pode ser atribuída a presença de grandes corporações agroindustriais e cooperativas agrárias.

Diante do peso que os setores intensivos em recursos naturais têm assumido na produção estadual, cabe levantar a seguinte pergunta de pesquisa: quais potencialidades para o desenvolvimento sustentável diante das condições ambientais atuais?

O presente trabalho não possibilita a resposta por completo à essa questão, mas serve para instigar a discussão e subsidiar os agentes públicos na elaboração de planos de ações pensando no longo prazo com o objetivo de mitigar e buscar alternativas para o enfrentamento das limitações impostas por condições exógenas à atuação da esfera estadual. Nesse sentido, procura verificar o status antrópico vinculado à agropecuária e silvicultura e respectivos impactos, o aproveitamento dos recursos em produção energética, e, por fim, breve leitura quanto à emissão de gases de efeito estufa.

### Recursos Naturais como Estratégia de Desenvolvimento Econômico

Os maiores desafios para as ciências econômicas são os problemas ambientais, tais como mudança climática e perda de biodiversidade, no sentido de que é necessário encontrar respostas para o equilíbrio na relação entre meio ambiente e sistema econômico.

Segundo Andrade (2008), o sistema econômico interage com o meio ambiente extraindo recursos naturais e devolvendo resíduos. O sistema econômico atua num determinado espaço, alterando-o devido a sua expansão. Assim, pode-se dizer que “a economia apresenta impactos sobre o meio ambiente, os quais são função de escala (tamanho, dimensão) do sistema econômico e do estilo dominante de crescimento econômico.” (ANDRADE, 2008, p.5).

Para o autor, a evolução do sistema econômico, como a expansão da escala das atividades humanas, tem conduzido o mundo a uma era em que o capital natural, em substituição pelo capital manufaturado, passa a ser o fator limitante do desenvolvimento econômico.

Nesse sentido, o termo capital natural baseia-se em uma definição tradicional de capital como “um estoque que produz um fluxo de bens e serviços valiosos no futuro”. O estoque de capital leva diferentes formas, principalmente em formas físicas, incluindo o natural, como árvores, minerais, ecossistemas, atmosfera, etc.; capital manufatureiro, como máquinas, equipamentos e edifícios; e o capital humano (CONSTANZA, 1997).

A questão está em identificar o padrão ótimo de uso dos recursos naturais, uma vez que este é finito, o que o torna obstáculo à expansão do sistema econômico. Além disso, passa por identificar e classificar as funções do meio ambiente como receptor de resíduo/rejeitos do processo econômico e como provedor de recursos à economia (ANDRADE, 2008).

Assim, considerando o meio ambiente como provedor de recursos ao sistema econômico, a pergunta a ser respondida é, considerando a busca por um padrão ótimo de usos dos recursos, qual o manejo adequado dos recursos renováveis e qual a taxa ótima de depleção dos recursos não renováveis.

Para Daly (2013), os limites ecológicos estão convertendo rapidamente o “crescimento econômico” em “crescimento antieconômico”, ou seja, o crescimento da produção aumenta os custos mais que os benefícios, tornando-nos, assim, mais pobres e não mais ricos.

Para o autor, à medida que a macroeconomia cresce em suas dimensões físicas (rendimento), ela cresce incorrendo em custos de oportunidade de capital natural e serviços antecipados. Esses custos de oportunidade (esgotamento, poluição, serviços ecossistêmicos sacrificados) podem valer mais que os benefícios extras de produção do crescimento da produção que os causou (DALY, 2013, p.11).

Daly (2014, p.3), acrescenta que o PIB é um agregado de todas as unidades de valores monetários compradas para uso final e, conseqüentemente, é um índice ponderado por valor de quantidades físicas. Para ele, “o PIB certamente não está perfeitamente correlacionado com os fluxos de recursos”. No entanto, “as perspectivas de desvinculação absoluta da produção de recursos do PIB são bastante limitadas”, embora muito discutidas por correntes de pensamentos vinculadas aos economistas ecologistas.

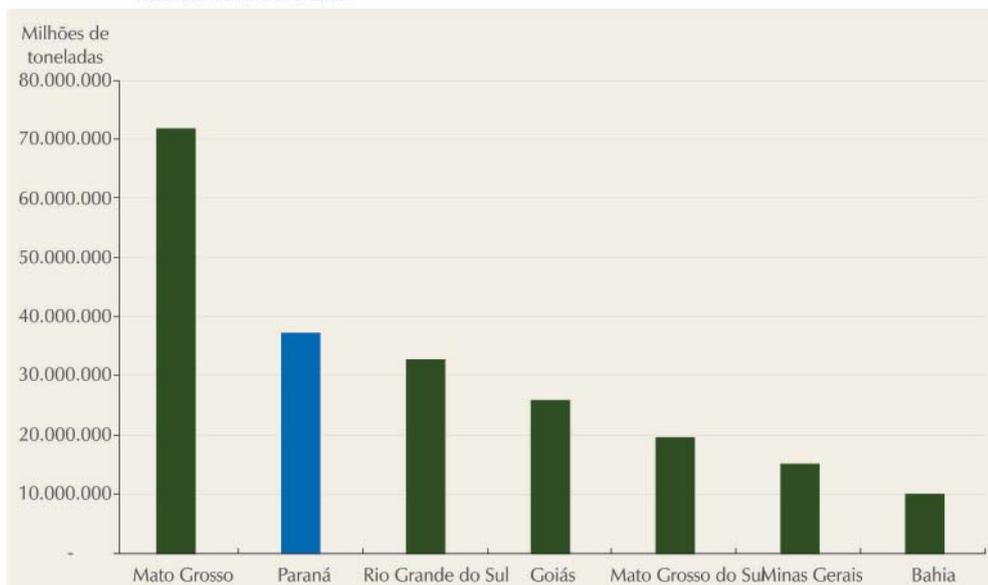
Porém, esses limites tornam-se visíveis ao se considerar uma matriz insumo-produto para uma economia. Quase todos os setores requerem insumos e fornecem produtos para quase todos os outros setores e, esses insumos, requerem uma nova rodada de insumos para sua produção (DALY, 2014, p.3).

O autor conclui que não há necessariamente conflito entre o desenvolvimento qualitativo e o meio ambiente. A contabilidade do PIB combina crescimento e desenvolvimento, bem como custos e benefícios (DALY, 2014, p.4).

## 1 AVANÇO DA AGROPECUÁRIA NO PARANÁ

A longa tradição da produção agropecuária paranaense permaneceu consolidada e reforçada durante os últimos trinta anos. O Paraná é o segundo maior produtor de grãos do País, com uma média trienal de 37 milhões de toneladas, atrás apenas do Mato Grosso, que produziu 72 milhões de toneladas nos últimos três anos, terminados em 2021 (gráfico 1).

GRÁFICO 1 - QUANTIDADE PRODUZIDA DE GRÃOS, SEGUNDO OS SETE MAIORES PRODUTORES DO BRASIL - TRIÊNIO 2019-2020-2021



FONTE: IBGE

NOTA: Elaboração do IPARDES.

Principal grão produzido no estado, a soja no último triênio representou 50% da produção de grãos, seguida do milho que respondeu por 38%, na média de 2019 a 2021 (tabela 1).

A evolução da área plantada das principais culturas de lavouras temporárias do Paraná, com a série iniciada em 1988, tem a soja ganhando participação em relação ao milho e ao trigo a partir de 1996 (gráfico 2). Esta consolidação do grão advém de sua maior rentabilidade, vinculada à sustentada demanda mundial e avanços tecnológicos de produção, de modo a expandir sua abrangência e intensidade no território paranaense, conforme notado adiante.

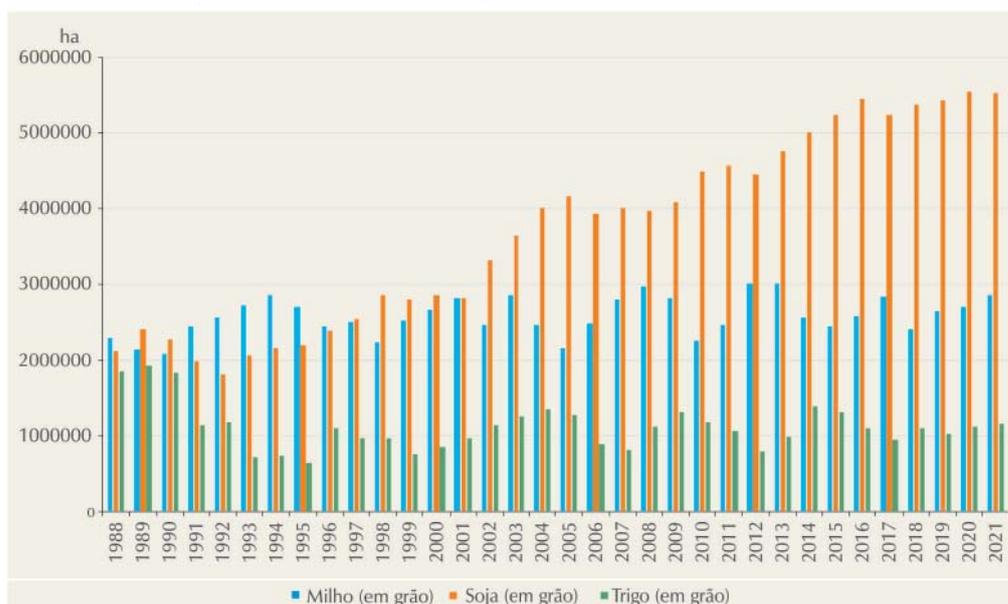
TABELA 1 - QUANTIDADE PRODUZIDA DE GRÃOS, SEGUNDO O PRODUTO - PARANÁ - 2013-2021

GRÃOS	QUANTIDADE PRODUZIDA (t)		
	1º triênio (2013-2014-2015)	2º triênio (2016-2017-2018)	3º triênio (2019-2020-2021)
Soja	16.026.723,67	18.446.622,33	18.809.986,00
Milho	16.314.317,33	14.744.429,00	14.286.061,33
Trigo	3.015.656,00	2.872.987,67	2.921.582,33
Feijão	739.313,67	644.169,33	630.608,00
Cevada	169.044,33	200.242,67	282.636,67
Aveia	125.591,67	162.516,33	198.947,33
Arroz	168.220,33	140.716,33	147.433,67
Triticale	29.115,33	22.623,00	39.144,33
Centeio	2.286,33	3.954,67	7.067,33
Amendoim	5.321,67	5.522,33	5.163,33

FONTE: IBGE

NOTA: Elaboração do IPARDES.

GRÁFICO 2 - EVOLUÇÃO DA ÁREA PLANTADA DE SOJA, MILHO E TRIGO - PARANÁ - 1988-2021



FONTE: IBGE

NOTA: Elaboração do IPARDES.

O crescimento da produção agrícola depende da expansão da área cultivada e do aumento de produtividade. A tendência nos últimos anos tem sido de crescimento sistemático das lavouras paranaenses. No caso da soja, sua evolução é definida em grande medida pelo mercado, uma vez que é o produto com a melhor rentabilidade devido à combinação de demanda e efeitos cambiais. Em virtude disso, o cenário da produção da oleaginosa vem se modificando territorialmente ao longo dos últimos vinte anos. Do total da área ampliada de colheita das lavouras temporárias, 3,16 milhões de

hectares, nesses últimos vinte anos terminados em 2020, foram da soja, que contribuiu com 82,4% dessa ampliação.

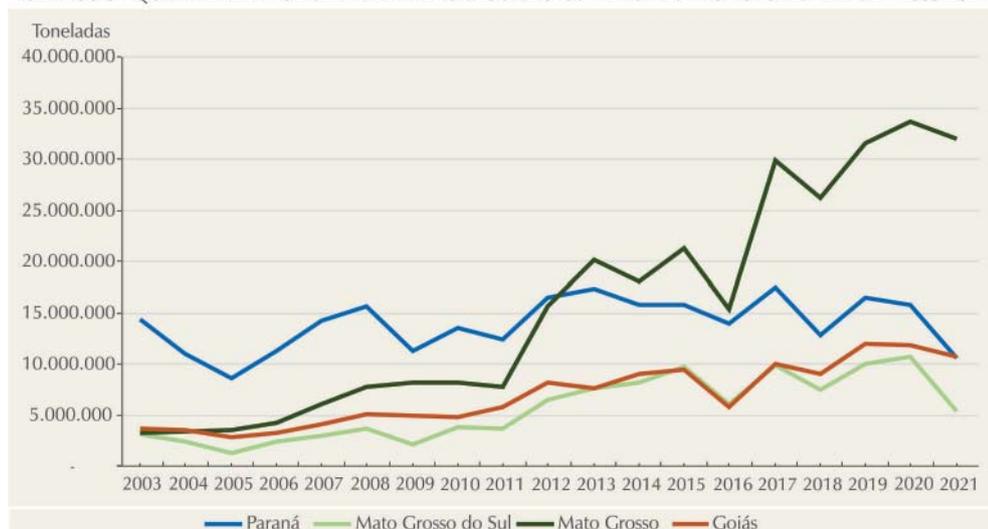
Na sequência na figura 1, observa-se a evolução da área colhida da soja em três momentos: 1º triênio (1998-2000); 2º triênio (2008-2010); e 3º triênio (2018-2019-2020). Se observada a evolução da área colhida ao longo do tempo, além do aumento do número de municípios que produziu soja, ocorreu também a ampliação da mancha ao longo de todo o território do Paraná, inclusive, nas proximidades do município de Curitiba.

No Paraná, a área ampliada de colheita das lavouras temporárias foi de 3,16 milhões de hectares, nesses últimos vinte anos terminados em 2020. A soja contribuiu com 82,4% desse avanço, o que consolidou a oleaginosa como a principal *commodity* do Estado do Paraná.

Não menos importante que a soja, o milho é uma rica fonte de proteína animal, principalmente para alimentação de frangos e suínos, o que torna esse produto relevante para suprir a demanda dessas cadeias. Hoje, a produção do milho no Paraná concentra-se na segunda safra, que representou quase 87% da área plantada em 2022. Outro produto que apresentou redução na área plantada foi o trigo, devido à concorrência em relação ao milho, por conta de um calendário de plantio e colheita muito similar.

Cabe ainda destacar que o milho possui potencial energético e capacidade de estoque, o que o caracteriza como estratégico em segurança alimentar e energética, com possibilidade de produção de etanol ao longo prazo. O gráfico a seguir ilustra a expansão da produção do milho no período de 2003 a 2021, permitindo observar a forte elevação da produção do Mato Grosso, principalmente a partir de 2011 e, por outro lado, a involução da produção paranaense que, naquele período era líder na produção do cereal, em 2021 passou a terceiro no *ranking* nacional, ficando atrás do Estado de Goiás.

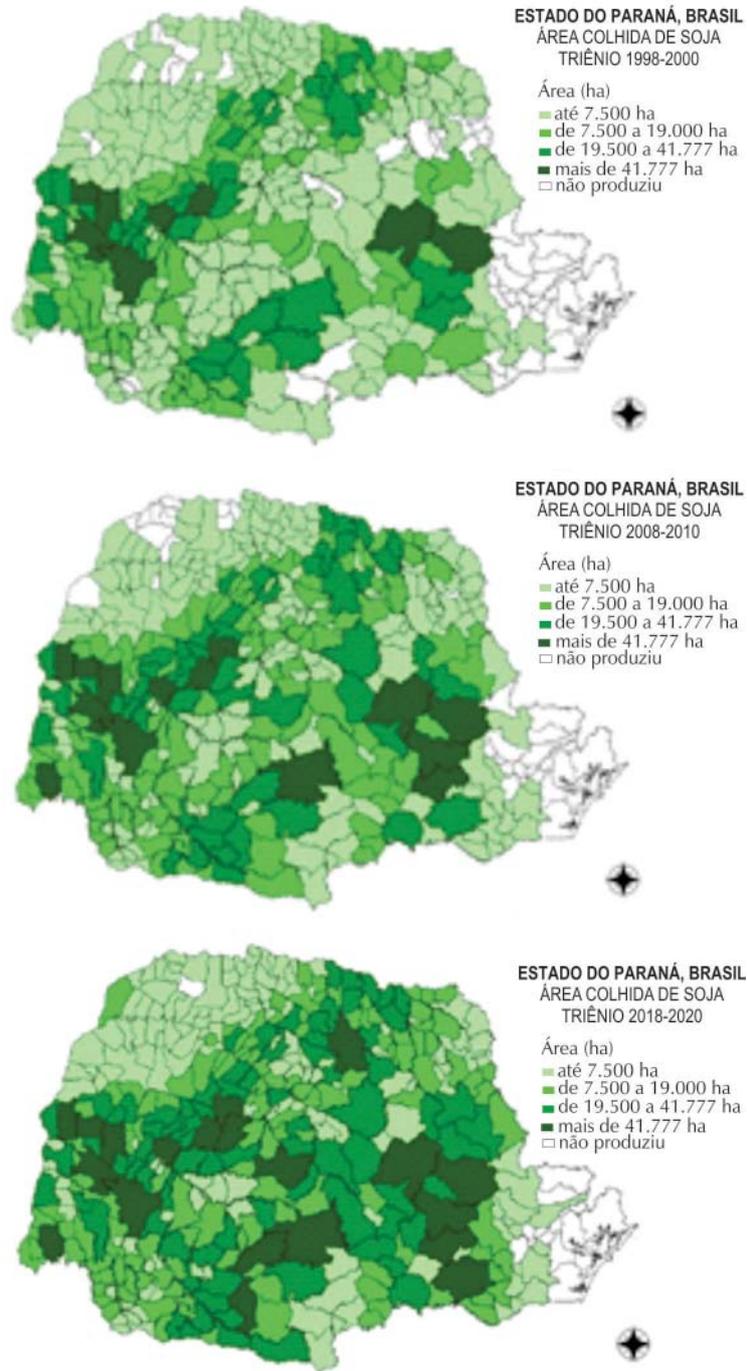
GRÁFICO 3 - QUANTIDADE PRODUZIDA DE MILHO SEGUNDO OS PRINCIPAIS PRODUTORES - BRASIL - 2003-2021



FONTE: IBGE - Produção Agrícola Municipal

NOTA: Elaboração do IPARDES.

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DA ÁREA COLHIDA DA SOJA - PARANÁ

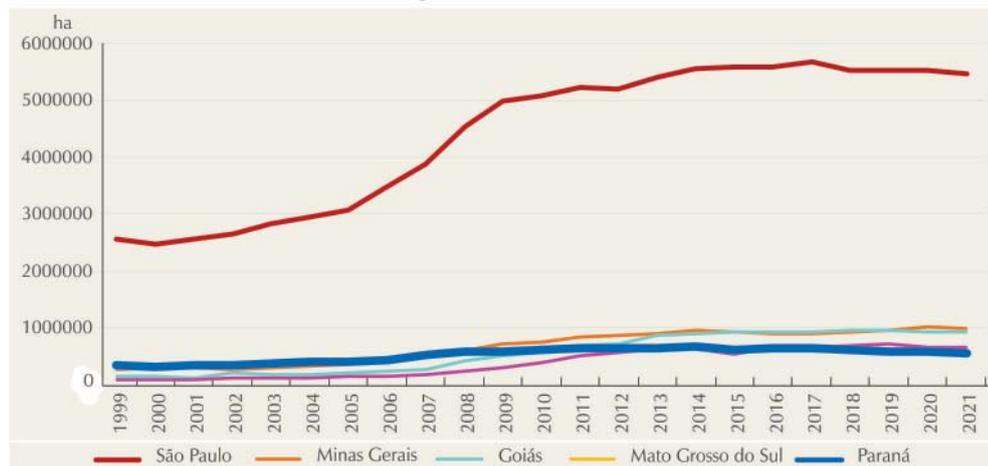


FONTE: IBGE  
NOTA: Elaboração do IPARDES.

Por sua vez, a cultura da cana-de-açúcar, segundo dados da Produção Agrícola Municipal (PAM), mantém elevada participação e constante crescimento no Estado de São Paulo (gráfico 4). O Paraná possui a quinta maior área disponível para plantio da cultura canavieira, com grande potencial de crescimento do setor, principalmente em produtividade. Deve considerar-se aí “a influência de provável processo de mecanização da colheita de cana-de-açúcar sobre os níveis subsequentes de produtividade no setor industrial de biocombustíveis.” (NOJIMA, 2022, p.34).

Segundo o autor, a Produção Industrial Anual (PIA) do Paraná, para o ano de 1996, registrou o volume de 17.371 pessoas ocupadas na atividade “produção de álcool”. Em anos seguintes, apontam números decrescentes, e para 2019, registrou para a atividade “fabricação de biocombustíveis”, 9.630 pessoas ocupadas.

GRÁFICO 4 - ÁREA PLANTADA COM CANA-DE-AÇÚCAR - PRINCIPAIS PRODUTORES - 1999-2021



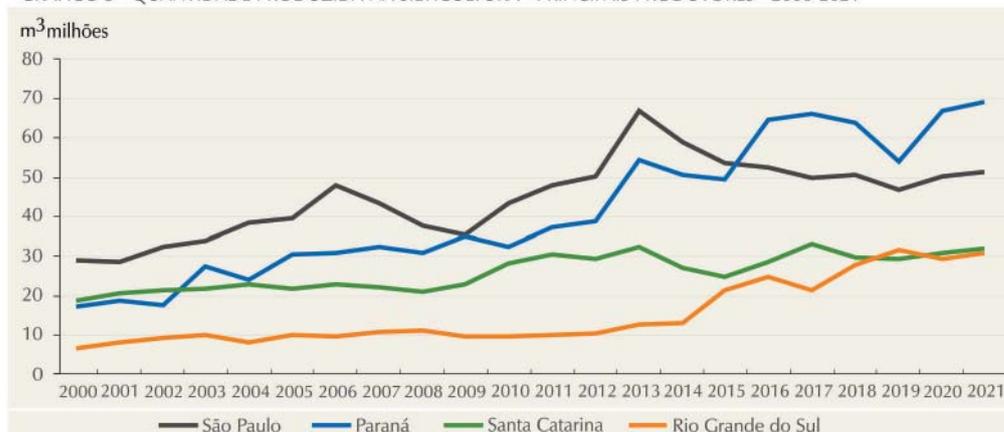
FONTE: IBGE

NOTA: Elaboração do IPARDES.

Já a atividade florestal para a produção de madeira e celulose é realizada segundo dois modos de produção, a silvicultura e o extrativismo. No primeiro, predominam o eucalipto e o pinus, que geram como produtos a lenha, o carvão vegetal, a madeira em tora para papel e celulose e a madeira em tora para outras finalidades. No extrativismo, há duas formas de manejo possíveis, o manejo florestal sustentável, que visa a manutenção do equilíbrio natural da área explorada e o extrativismo sem este propósito (EPE, 2018).

Segundo os dados do IBGE, levando em consideração a quantidade produzida na silvicultura (madeira em tora de pinus e eucalipto), o crescimento está principalmente relacionado à produção de papel e celulose utilizados nas usinas localizadas em Telêmaco Borba e Ortigueira. Entre 2000 e 2021, o crescimento da produção de madeira em tora, no Paraná, teve uma tendência de crescimento linear positiva, distanciando-se da produção paulista, que tem declinado desde 2013 (gráfico 5).

GRÁFICO 5 - QUANTIDADE PRODUZIDA NA SILVICULTURA - PRINCIPAIS PRODUTORES - 2000-2021

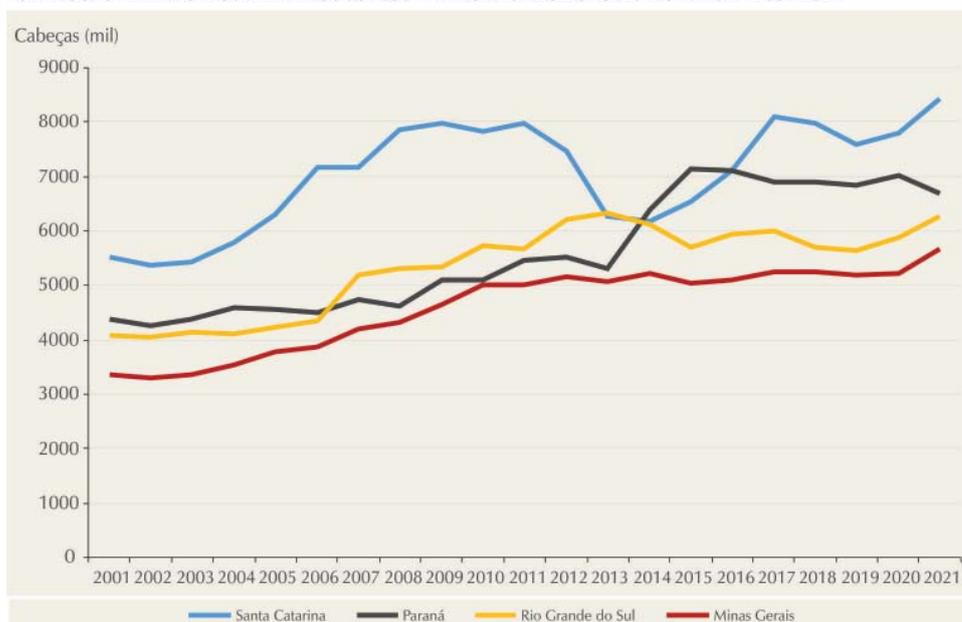


FONTE: IBGE - Produção da Estração Vegetal e da Silvicultura  
 NOTA: Elaboração do IPARDES.

No que tange ao setor pecuário, segundo o Censo Agropecuário 2017, do IBGE, no Estado do Paraná foram registrados 114.416 produtores de suínos totalizando 6,2 milhões de cabeças. Estes valores colocam o Paraná no segundo lugar no ranking de suínos por estabelecimentos, atrás apenas de Santa Catarina.

Já em relação a evolução do efetivo da suinocultura, segundo a Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) do IBGE, o Paraná cresceu significativamente entre 2011 e 2015, a partir daí vem apresentando leves reduções até 2020, quando intensifica esta redução em 2021 (gráfico 6).

GRÁFICO 6 - EFETIVO DOS REBANHOS SUÍNOS - PRINCIPAIS PRODUTORES DO BRASIL - 2001-2021



FONTE: IBGE  
 NOTA: Elaboração do IPARDES.

## 2 USO E COBERTURA DA TERRA E USO DA TERRA PELOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS

Os levantamentos estatísticos realizados no âmbito do território paranaense, no que tange às variáveis econômico-ambientais, permite compreender os principais problemas e potencialidades encontrados nos mais diversos espaços regionais. Portanto, é importante o entendimento sistêmico da estrutura de produção e da alocação da produção no território estadual cujo objetivo é diagnosticar a disponibilidade de recursos naturais e os efeitos nocivos a serem mitigados.

Antes de tudo, cabe destacar a imensa capacidade de transformação e agregação de valor ao produto agropecuário no Estado do Paraná. Isso só é possível devido a atuação das grandes corporações do setor agropecuário, que lideram toda a cadeia produtiva a montante e a jusante deste setor. Mais especificamente, na excelência tecnológica aplicada no processo de produção, que extrapola os limites da porteira e atinge o armazenamento, transporte, processamento e comercialização do produto.

Para se diagnosticar as possibilidades e potencialidades dos recursos naturais, é primordial a disposição territorial utilizando como instrumento de análise a distribuição de diversos usos da terra pelos estabelecimentos agropecuários segundo o Censo Agropecuário de 2017, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As variáveis utilizadas são as áreas ocupadas pelas lavouras temporárias, pastagens, reservas legais e florestas naturais e florestas plantadas. O indicador é calculado pela área utilizada pelos estabelecimentos agropecuários como proporção da área total do município.

Esse indicador possibilita visualizar e quantificar a distribuição dos recursos naturais existentes em um determinado território e auxilia no ordenamento territorial, uma vez que os efeitos do uso sem planejamento causam deterioração do ambiente e compromete a produtividade da terra e, como consequência, o crescimento econômico.

Por isso, é prioritário a utilização dos Zoneamentos Ecológico Econômico (ZEE) como guia para elaboração de políticas voltadas ao desenvolvimento sustentável. No caso paranaense, em 2018, foi publicada uma versão completa do ZEE.

Em relação ao Uso e Cobertura da Terra, que são informações disponibilizadas pelo Instituto Água e Terra (IAT), é possível identificar regionalmente, por meio de mapeamento, a condição de utilização da terra no Paraná. Segundo o Instituto, “é uma ferramenta para o monitoramento de questões ambientais e sócio econômicas no Estado do Paraná no que diz respeito à transformação do seu território e seu planejamento periódico, visando ganhos ambientais e sócio econômicos.” (IAT, 2022, p.1).

No último relatório do Instituto, a floresta nativa ocupava 29,2% do território estadual. Já as áreas agrícolas ocupavam 40,2% assim distribuídos: 6,5% em plantios florestais, 0,7% em agricultura perene, 33% em agricultura anual e 25,3% em áreas antrópicas agrícolas de pastagem/campo, também com forte potencial econômico (tabela 2).

TABELA 2 - ÁREAS EM HECTARES E PORCENTAGEM DO USO E COBERTURA DA TERRA NO ESTADO DO PARANÁ - 2019

CLASSES	ÁREA TOTAL DO ESTADO DO PARANÁ POR CLASSE	
	Hectares (ha)	Participação (%)
Floresta nativa	5.819.950,07	29,1
Plantios florestais	1.292.507,40	6,5
Agricultura perene	136.561,00	0,7
Agricultura anual	6.598.748,26	33,0
Pastagem/campo	5.061.251,65	25,3
Corpos d'água	411.158,04	2,1
Várzea	270.637,73	1,3
Mangue	31.140,24	0,1
Restinga	17.330,58	0,1
Linha de praia	584,57	0,0
Solo exposto/mineração	12.281,08	0,1
Área urbana	288.777,22	1,4
Área construída	47.062,31	0,2
Área total do Paraná (ha)	19.987.990,15	100,0

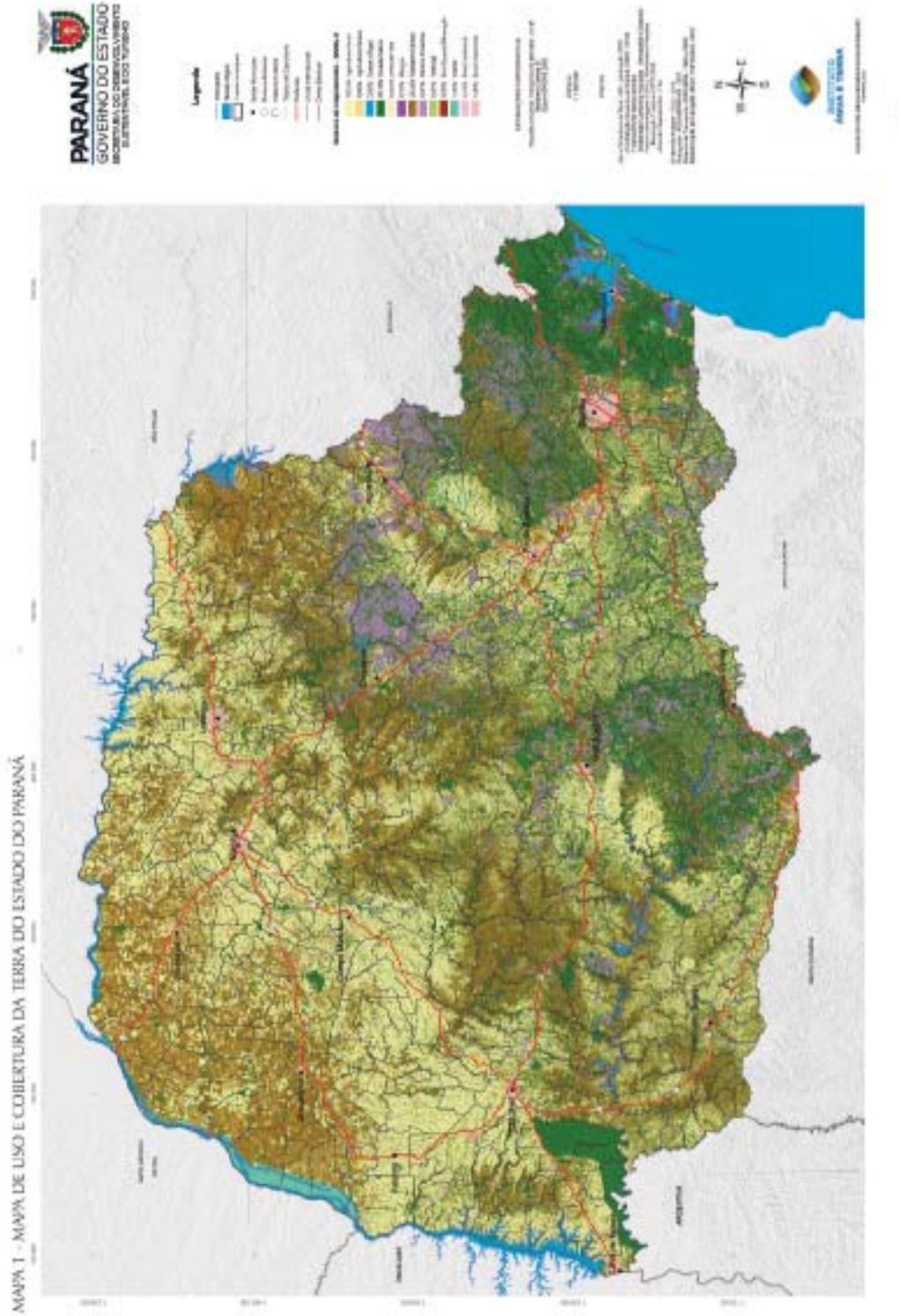
FONTE: Instituto Água e Terra

NOTA: Elaboração do IPARDES.

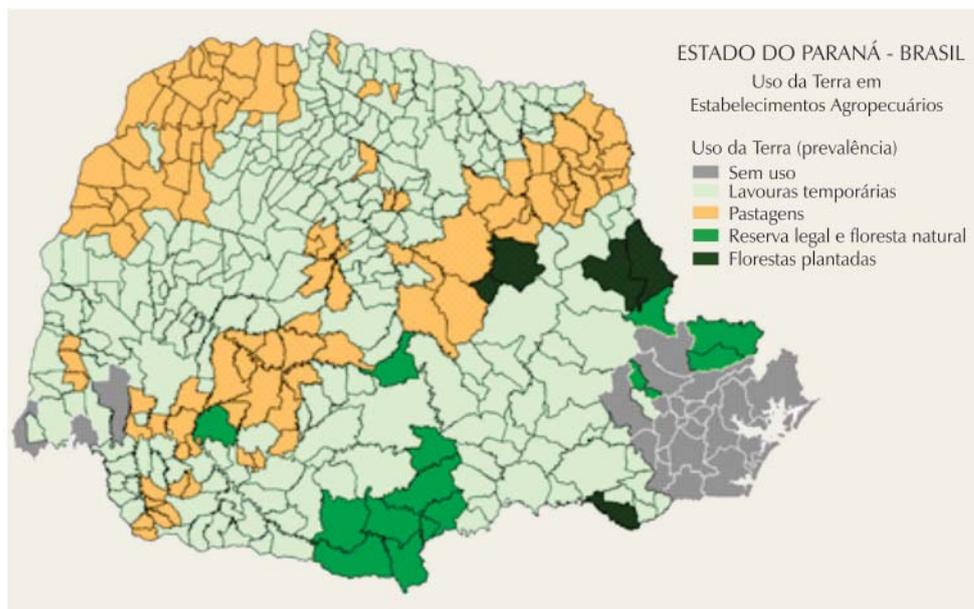
Em relação à regionalização, o mapa de uso e cobertura da terra permite identificar o ordenamento produtivo, incluindo áreas naturais preservadas bem como aglomerados urbanos (mapa 1).

O censo agropecuário de 2017 possibilita um segundo passo de análise ao propiciar a leitura das modalidades de uso do solo pelos produtores rurais. No mapa 3, os municípios com a cor verde mais clara têm as lavouras temporárias como a principal atividade econômica dos estabelecimentos agropecuários. A cor verde-escura são as florestas plantadas, a cor verde a cor laranja representa as pastagens e a cor cinza, não tem uso agropecuário específico.

Partindo da estrutura de utilização da terra pelos estabelecimentos agropecuários, os dados da Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE, possibilita uma análise mais detalhada por produto da lavoura temporária e por região geográfica intermediária. A tabela 2 confirma o expressivo predomínio da soja pelo território, seguida pela produção de milho, trigo, cana-de-açúcar, feijão e mandioca (tabela 3).



MAPA 2 - MAPA DE USO DA TERRA EM ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS DO ESTADO DO PARANÁ - 2017



FONTE: IBGE

NOTA: Elaboração do IPARDES.

TABELA 3 - ÁREA TOTAL EM HECTARE E PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS PRINCIPAIS CULTURAS NO TOTAL DAS LAVOURAS TEMPORÁRIAS PLANTADAS - PARANÁ - 2021

REGIÃO DEMOGRÁFICA INTERMEDIÁRIA	TOTAL (ha)	PARTICIPAÇÃO (%)							Total
		Cana-de-açúcar	Feijão (em grão)	Mandioca	Milho (em grão)	Soja (em grão)	Trigo (em grão)	Outras culturas	
Curitiba	514.248	0,2	12,5	2,0	14,5	51,1	5,2	14,4	100,0
Guarapuava	779.015	0,0	7,4	0,2	11,2	53,7	13,9	13,6	100,0
Cascavel	3.312.243	0,1	4,7	0,4	30,4	51,8	11,5	1,1	100,0
Maringá	2.836.714	15,1	0,2	3,9	31,2	42,8	4,2	2,6	100,0
Londrina	2.392.894	5,7	0,7	0,2	27,3	48,9	14,5	2,8	100,0
Ponta Grossa	1.304.284	0,0	9,8	0,1	11,5	56,8	13,2	8,6	100,0
Paraná	11.139.398	5,1	3,9	1,3	25,6	49,6	10,4	4,2	100,0

FONTE: IBGE

NOTA: Elaboração do IPARDES.

### 3 USO DE AGROTÓXICOS

Um dos riscos ambientais e sociais estreitamente ligado à agricultura é o consumo de agrotóxicos. O seu uso é uma prática destinada ao controle de pragas e doenças que afetam as plantas e que está relacionada à segurança alimentar. Informações a respeito da comercialização dos diversos produtos e classes de risco estão disponíveis nos boletins do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

No eixo econômico, o maior desafio para a setor agrícola paranaense é aumentar a produção de alimentos de maneira sustentável. Para elevar a produtividade das lavouras, o modelo utilizado na agricultura nacional é o controle de praga, doenças e ervas daninhas por meio de agrotóxicos.

Nesse sentido, “embora a aplicação de agrotóxicos aumente a produtividade agrícola, o seu uso intensivo frequentemente gera um conjunto de externalidades negativas” (MORAES, 2019, p.7). Segundo o autor, os impactos ambientais são vários, incluindo contaminação de água, planta e solo, diminuindo inclusive a resistências das pestes. Essas externalidades negativas correspondem a falhas de mercado no setor, o que exige naturalmente rigidez da regulação de agrotóxicos.

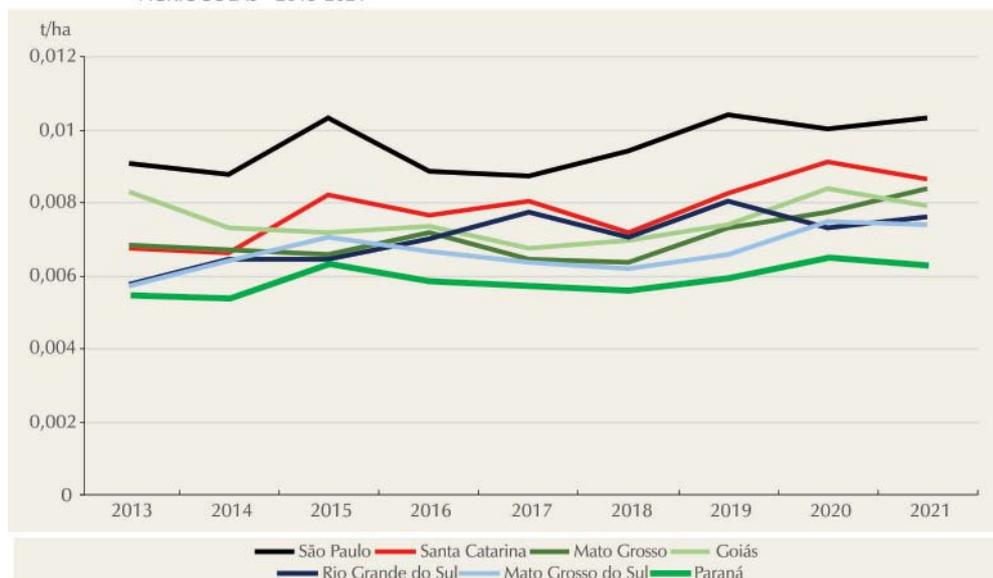
O fato é que, se de um lado a regulamentação menos restritiva aponta para a redução do custo e aumento de produtividade, por outro, implica maiores danos ambientais e à saúde pública.

Segundo o relatório do IBAMA, o País comercializou 719.507 toneladas de ingrediente ativo, em 2021, alcançando o maior patamar da série iniciada em 2009. Os principais estados com comercialização desses produtos foram Mato Grosso (21%), São Paulo (13%), Rio Grande do Sul (11%), Paraná (10%) e Goiás (8%).

O IBAMA categoriza os insumos em quatro níveis de periculosidade: classe I (produto altamente perigoso); classe II (produto muito perigoso); classe III (produto perigoso); classe IV (produto pouco perigoso). No caso paranaense, do total de 70,3 mil toneladas de ingredientes ativos comercializados, da classe I foram 2,54%, classe II foram 39,29%, classe III foram 57,26% e classe IV foram 0,92%, em 2021.

O gráfico 7 confere outra perspectiva, com indicação das vendas dos agrotóxicos em termos de hectare plantado, a partir de dados do IBAMA e do IBGE. Levando em consideração os maiores produtores agrícolas do país, a situação do Paraná é considerada estável, com 6,3 Kg/ha, com tendência de diminuição do uso de agrotóxico por área plantada, porém, ainda superior ao indicador de 2013, que foi de 5,5 Kg por hectares.

GRÁFICO 7 - VENDA DE AGROTÓXICOS POR ÁREA PLANTADA, SEGUNDO PRINCIPAIS ESTADOS PRODUTORES AGRÍCOLAS - 2013-2021



FONTE: IBGE

NOTA: Elaboração do IPARDES.

## 4 RECURSOS ENERGÉTICOS

As fontes de energia são classificadas em primárias e secundárias. As fontes primárias são os recursos naturais que servem de insumo para a geração das energias secundárias, que é a fonte realmente consumida pelo homem (ZEE, 2018). As fontes primárias são classificadas em renováveis e não renováveis (quadro 1).

O atual sistema elétrico brasileiro é composto predominantemente por Usinas Hidrelétricas (UHEs) e por Usinas Termoelétricas, que são associadas à extensa rede de transmissão e permitem o controle de energia produzida de forma centralizada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), buscando atender as variações da demanda de forma otimizada (EPE, 2018).

Segundo o PDE 2027, o aproveitamento hidrelétrico ainda representa um elemento importante de ampliação da oferta de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN). Historicamente, a hidroeletricidade tem sido a principal fonte de geração do sistema elétrico brasileiro, representando 64% da capacidade instalada de seu parque gerador, e 63,1% da oferta total em 2017 (ANEEL, 2018).

QUADRO 1 - CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS

FONTES		ENERGIA PRIMÁRIA	ENERGIA SECUNDÁRIA
Não Renováveis	Fósseis	Carvão mineral, derivados de petróleo, gás natural e materiais fósseis	Termoeletricidade, Calor, combustível para transporte
	Nuclear	Urânio	
Renováveis	Tradicional	Biomassa primitiva: lenha de desmatamento	Calor
	Convencionais	Potenciais hidráulicos de médio e grande porte	Hidroeletricidade
	Modernas	Potenciais hidráulicos de pequeno porte; Biomassa moderna: lenha replantada, culturas energéticas (cana-de-açúcar, óleos vegetais)	Biocombustíveis (etanol, biodiesel), termoeletricidade, calor
	Outros	Energia solar, Geotermal, Eólica, Maremotriz e das ondas	Calor, eletricidade fotovoltaica, eletricidade

FONTE: Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG) - Zoneamento Ecológico Econômico do Paraná

NOTA: Elaboração do IPARDES.

No Paraná, as energias renováveis respondem por quase 100% da geração total em 2023, com a capacidade instalada da hidroeletricidade representando 88,87% (tabela 4). Esse valor está muito acima da média nacional da produção hidroelétrica, que é de 57,5%. Porém, no quesito de geração de energia limpa, a média nacional tem por destaque o crescimento da energia eólica, que em 2023 representa 13,13% da potência outorgada, segundo os dados da Aneel.

A mudança na estrutura energética nacional tem como destaque a queda da participação do gás natural, que em 2017 representou 11,2% da capacidade instalada do Brasil e, em 2023, representa 9%. Além disso, a evolução da outorga de energia da radiação solar foi significativa, passando de 0,1%, em 2017 para 4,07%, em 2023 (tabela 4).

TABELA 4 - EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM OPERAÇÃO NO PARANÁ - 2023

TIPO DE EMPREENDIMENTOS	QUANTIDADE	POTÊNCIA (kW)	PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO ESTADUAL (%)
Potencial hidráulico	129	15.574.879,33	88,97
Bagaço de Cana de Açúcar	29	592.640,00	3,39
Licor Negro	3	578.050,00	3,30
Gás Natural	6	515.008,00	2,94
Resíduos Florestais	8	67.330,00	0,38
Óleo Diesel	47	61.425,15	0,35
Gás de Refinaria	1	52.000,00	0,30
Carvão Mineral	1	20.000,00	0,11
Biogás-AGR	1	10.026,00	0,06
Biogás - RU	1	9.982,00	0,06
Outros Energéticos de Petróleo	2	9.000,00	0,05
Radiação solar	26	7.016,71	0,04
Lenha	1	3.200,00	0,02
Cinética do vento	1	2.500,00	0,01
Óleo Combustível	1	1.240,00	0,01
Biogás - RA	6	670,00	0,00
TOTAL	263	17.504.967,19	100,00

FONTE: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

NOTA: Elaboração do IPARDES.

Já no Estado do Paraná, apesar de pouco significativa, a evolução entre 2017 e 2023 foi dos combustíveis de origem fóssil de gás natural, e de biomassas, especialmente bagaço da cana-de-açúcar e licor negro. Conforme apontado acima, o Estado apresenta significativo potencial nessas biomassas. Da cana, já procede ao aproveitamento para, a partir do processamento e fermentação, produção de etanol, também conhecido como álcool etílico, além do açúcar. Por seu turno, com a disponibilidade e produção florestal de pinus e eucalipto já desponta como um dos principais ofertantes de licor negro no País. Atrás apenas do Mato Grosso do Sul, que representa 28,3%, o Estado do Paraná responde por 15,7% do total de licor negro produzido no País.

Porém, o potencial de crescimento na produção de combustíveis de origem limpa é significativo no Estado do Paraná. Segundo Amorim (2022, p.107), “o potencial da produção se encontra, sobretudo, nos resíduos dos setores pecuário, agrícola (especialmente sucroalcooleiro) e de saneamento”.

Cabe destacar que o Brasil aderiu ao tratado de redução de emissões de metano, no âmbito da Conferência das Nações Unidas para a Mudança Climática (COP26). Esse acordo prevê redução de 30% nas emissões de metano antropogênico (AMORIM, 2022).

Nesse caso, o Estado do Paraná possui potencial para avançar nesse quesito, pois, além do avanço na utilização do bagaço da cana-de-açúcar, “os grandes rebanhos de aves e suínos sugerem projetos de conversão de dejetos em energia elétrica, através de biodigestores, com escala no curto prazo.” (AMORIM, 2022, p.108).

No caso de suínos, o resíduo do seu metabolismo “é um poluente para o solo, o ar, e principalmente para os mananciais. O tratamento e destinação adequados deste resíduo representam um grande desafio para produtores rurais.” (BERHORST *et al.*, 2021). Para a mitigação desses problemas, a opção é o tratamento e destinação desses resíduos para reatores de digestão anaeróbica.

Para isso, é necessário um estudo de viabilidade para a instalação de plantas de biodigestão. Desse modo, o dimensionamento apropriado dessas plantas deve ser avaliado com o intuito de recomendar a localização dessas unidades. Segundo Berhorst *et al.* (2021, p.95), com base na tabela 5, o limite inferior de volume de um reator é de um plantel inicial de 3.000 animais, ou seja, 552m<sup>3</sup> com vazão de 14m<sup>3</sup> por dia de dejetos, considerando que o índice de produção de dejetos de 0,0046m<sup>3</sup> por animal dia, com 40 dias de retenção hidráulica. Já para o limite superior a 10 mil animais, o volume do tanque de biodigestão deve ser de 1.840m<sup>3</sup> e a vazão de 46m<sup>3</sup> por dia de dejetos.

TABELA 5 - CONDIÇÕES MÍNIMAS PARA ATIVAÇÃO DE REATOR

ÍTEM	CONDIÇÕES MÍNIMAS DE ATIVAÇÃO DO REATOR	
	Condição 1	Condição 2
Número de animais (unidades)	3.000	10.000
Reator (m <sup>3</sup> )	552	1.840
Vazão (m <sup>3</sup> )	14	46
Produção de CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /dia)	162	544

FONTE: Grauer, Neuffer e Schmitz (2021)

NOTAS: Elaboração do IPARDES.

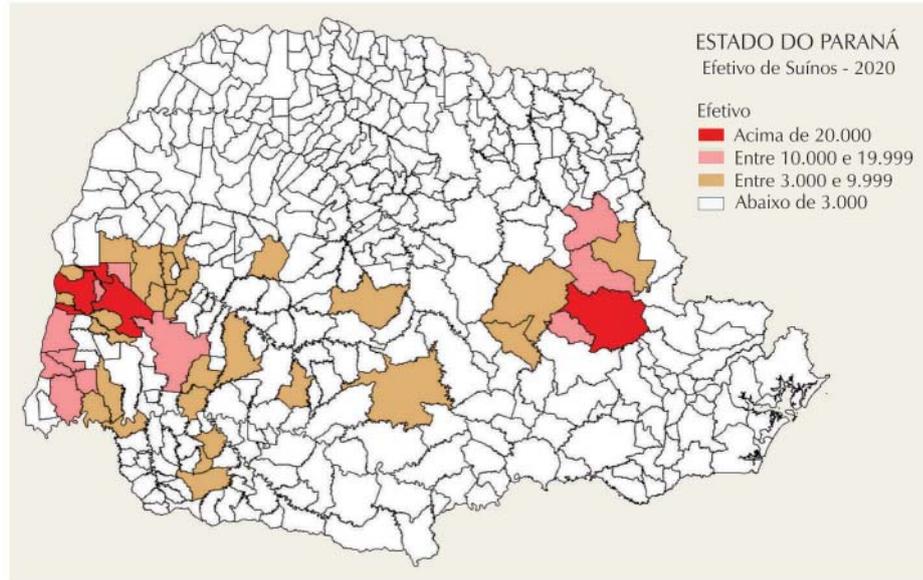
Considerando o índice de produção de dejetos suínos em 0,0046 m<sup>3</sup>/dia.

Levando em consideração o modelo utilizado no estudo de Berhorst *et al.* (2021), a regionalização da produção do biogás de resíduo animal teria dois grandes “polos” de geração: Castro e Toledo (mapa 3).

O estudo de Berhorst (2021, p.99) conclui que, para registrar retorno financeiro satisfatório ao investimento feito, dada as condições de produção de biogás e energia, para um *payback* em dez anos, a propriedade rural deve gerar no mínimo 28t/d de resíduos para alimentação do reator, o que equivale a um plantel de 5.500 suínos em estágio de terminação.

Esses resultados pressupõem que existe a viabilidade de implantação de plantas de biodigestão de resíduos suínos no Estado do Paraná.

MAPA 3 - EFETIVO DOS SUÍNOS SEGUNDO OS MUNICÍPIOS DO PARANÁ - 2020



FONTE: IBGE

NOTA: Elaboração do IPARDES.

## 5 EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE)

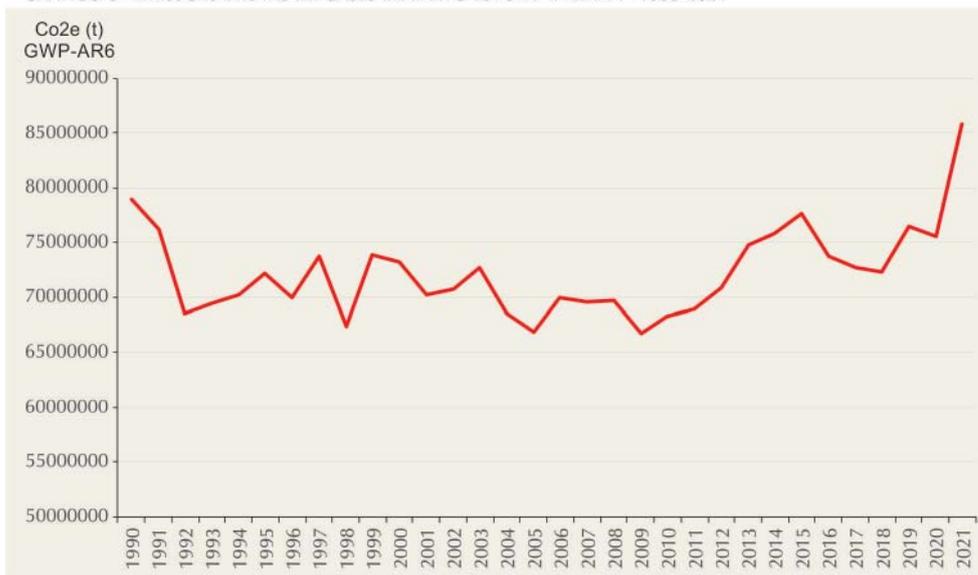
As emissões brutas de gases de efeito estufa no Paraná foram de 85,78 milhões de CO<sub>2</sub>e, em 2021, valor 25% superior ao registrado em 2010, que foi de 68,3 milhões de CO<sub>2</sub>e, segundo os dados do Observatório do Clima (gráfico 8). Cabe observar que após uma considerável queda nas emissões, entre 1999 e 2009, o estado elevou o índice até 2015 e alcançou o maior valor da série histórica em 2021.

A métrica de carbono equivalente pode ser utilizada segundo duas abordagens: o *Global Warming Potential* (GWP) e o *Global Temperature Change Potential* (GTP). O primeiro considera a influência dos gases na alteração do balanço energético da terra, o segundo, a influência no aumento da temperatura (SEEG, 2022).

O escopo das estimativas de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) realizadas pelo OC/SEEG incluem todos os gases previstos nos inventários, entre estes o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que respondem por mais de 99% das emissões em carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) e outros como emissões de Hidrofluorcarbonos (HFCs).

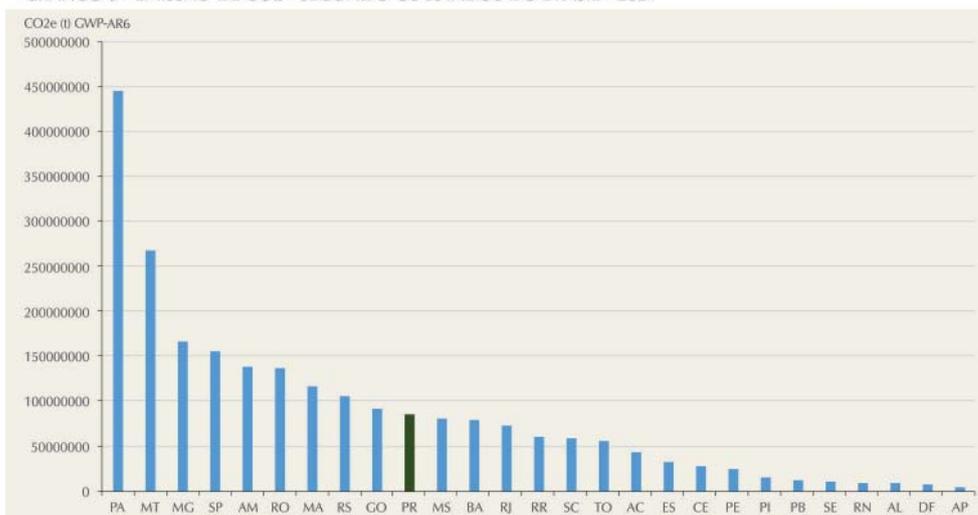
Quando comparado a outras unidades da federação, o Paraná ocupa a 10ª posição em emissões de GEE no País (gráfico 9).

GRÁFICO 8 - EMISSÕES BRUTAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA - PARANÁ - 1990-2021



FONTE: Observatório do Clima/SEEG  
 NOTA: Elaboração do IPARDES.

GRÁFICO 9 - EMISSÃO DE CO2 - SEGUNDO OS ESTADOS DO BRASIL - 2021



FONTE: Observatório do Clima  
 NOTA: Elaboração do IPARDES.

As estimativas das emissões de Fases de Efeito Estufa (GEE) da agropecuária, segundo o SEEG, “abrange as produções agrícolas perenes e não perenes, assim como a criação e produção de animais incluindo bovinos, galináceos, caprinos, bubalinos, muares, entre outros.” (2022, p.7).

Segundo o SEEG (2022), o setor de mudança do uso da terra e florestas “reporta as emissões brutas e líquidas de Gases de Efeito Estufa (GEE) relacionadas aos processos de mudanças dos estoques de biomassa e matéria orgânica existentes acima e abaixo do solo, além das emissões por queima de resíduos florestais.” (SEEG, 2022, p.4).

O escopo e estruturação da estimativa de emissões de Processos Industriais e Uso de produtos, segundo o SEEG (2022), é o adotado segundo as recomendações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, que considera exclusivamente as emissões ocorridas nas transformações químicas ou físicas de materiais, excluindo as queimas de combustíveis<sup>1</sup>.

Segundo a tabela 6, no Estado do Paraná, o processo de emissões se concentra em grande parte no setor agropecuário (35,10%), seguido por Energia (29,11%) e mudança de uso da terra e floresta (24,87%). Nesse quesito de avaliação, observa-se a crescente participação deste último em termos de emissões. Entre 2018 e 2021, a participação dobrou, partindo de 13,87% para 24,87%.

Por outro lado, as emissões de GEE associadas à produção e ao consumo de energia, tem reduzido a participação de 30,82% para 29,11%, entre 2018 e 2021, no Paraná. Segundo o SEEG, o setor energia considerou as emissões associadas à “produção e consumo de energia segundo dois tipos de processos: queima de combustível e emissões fugitivas.” (2022, p.8).

TABELA 6 - PARTICIPAÇÃO DOS SETORES ECONÔMICOS NAS EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> - PARANÁ - 2018-2021

SETOR	EMISSÕES (%)			
	2018	2019	2020	2021
Agropecuária	43,65	40,26	40,32	35,10
Energia	30,82	29,04	30,25	29,11
Mudança de Uso da Terra e Floresta	13,87	19,52	17,58	24,87
Processos Industriais	4,48	4,30	4,69	4,54
Resíduos	7,18	6,89	7,17	6,38

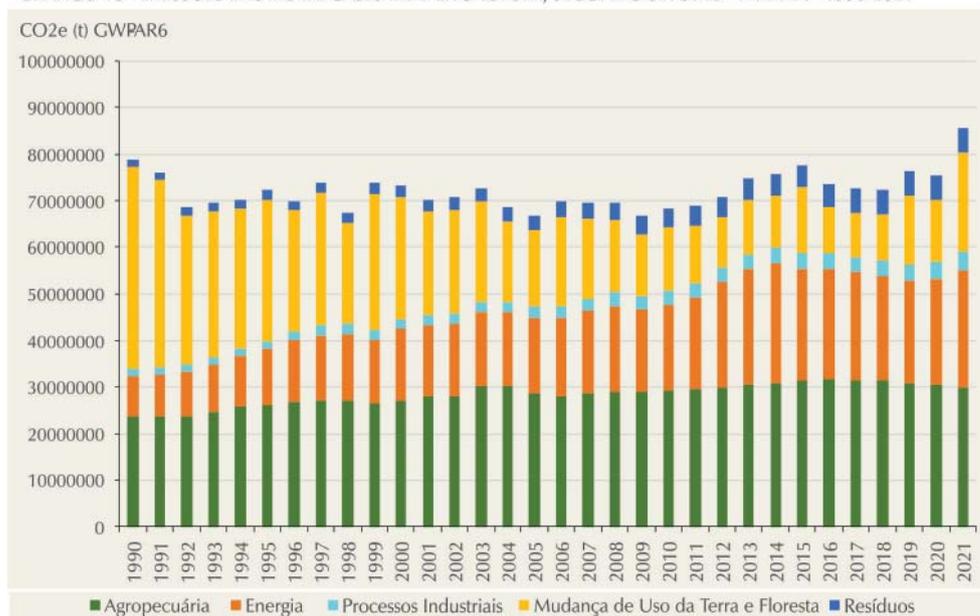
FONTE: Observatório do Clima

NOTA: Elaboração do IPARDES.

Além de observar a participação dos setores nas emissões de GEE, é salutar perceber o comportamento dos grandes setores ao longo do período compreendido entre 1990 e 2021, no Paraná (gráfico 10).

<sup>1</sup> No entanto, foram considerados os dados oficiais disponíveis de maneira agregada em instituições de abrangência nacional e algumas hipóteses simplificadoras foram assumidas. Desta forma, foram alocadas nas unidades da federação (UFs) somente as emissões relacionadas à produção de ferro-gusa e aço, ferroligas, alumínio, cimento, cal, magnésio, ácido adípico, ácido nítrico, amônia, acrilonitrila, caprolactama, coque de petróleo calcinado e resinas ABS. Não foram alocadas emissões associadas à produção de outros metais não-ferrosos (que não alumínio e magnésio), ácido fosfórico, carbureto de cálcio, cloreto de vinila, eteno, metanol, negro-de-fumo, óxido de eteno e outros petroquímicos, ao consumo de barrilha, ao uso de SF<sub>6</sub> em equipamento elétricos, ao uso não energético de combustíveis e ao uso de solventes; tampouco foram alocadas (SEEG, 2022, p.9). as emissões de HFCs.

GRÁFICO 10 - EMISSÕES BRUTAS DE GASES DE EFEITO ESTUFA, SEGUNDO SETORES - PARANÁ - 1990-2021



FONTE: Observatório do Clima/SEEG

NOTA: Elaboração do IPARDES.

Percebe-se que ao longo desse período, as emissões decorrentes das mudanças de uso da terra e floresta reduziram, ao passo que as provocadas pelo uso de energia têm crescido 191%, entre 1990 e 2021.

## CONCLUSÃO

O Paraná se consolidou na condição de líder nacional no setor agroindustrial, devido a fatores de mercado, vinculados à demanda internacional e valorização das *commodities* agropecuárias, adicionado à instalação de vários empreendimentos vinculados ao setor. Tal condição foi favorável ao crescimento econômico do Estado, em muito atrelado a uma economia de base primária com elevada capacidade de incorporação tecnológica e encadeamento produtivo.

Assim, considerando o meio ambiente como provedor de recursos ao sistema econômico paranaense, também é necessário levar em consideração o padrão ótimo de usos dos recursos, quer sejam o manejo adequado dos recursos renováveis e a taxa ótima de depleção dos recursos não renováveis. Desse modo, considera-se o caráter finito, que é o obstáculo ao desenvolvimento econômico do estado.

Nesse contexto, a geração de resíduos, por exemplo, pode ser mitigada a partir do uso energético. De outro modo, a potencialidade do estado estaria vinculada ao melhor aproveitamento da produção primária, com maior eficiência e produtividade vinculada à geração de energia limpa, contribuindo assim para minorar as externalidades negativas sobre o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, G. D. S. Condições e perspectivas da oferta de energia elétrica no Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento (RPD)**, Curitiba, v.43, n.143, 2022. Disponível em: <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/1258>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, Campinas, v.4, p.1-31, ago./dez. 2008.
- BERHORST, N. L.; GRAUER, A. F.; NEUFFER, D.; SCHMITZ, A. P. Análise da viabilidade econômica da geração de energia a partir de resíduos da produção suinícola. **Revista Paranaense de Desenvolvimento (RPD)**, Curitiba, v.41, n.139, jul./dez. 2021. Disponível em: <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/1151>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v.387, p.253-260, 1997.
- DALY, H. E. Economics for a full world. **Great Transition Initiative**. 2014. Disponível em: <https://greattransition.org/publication/economics-for-a-full-world>. Acesso em: 25 abr. 2023.
- DALY, H. E. Sustainable development: definitions, principles, policies. **Mechanism of Economic Regulation**, n.3, 2013.
- DELGADO, P. R.; ZANCHET, M. S. A importância da expansão da área de lavoura para o aumento da produção agrícola no Paraná. **Caderno Ipardes: estudos e pesquisas**. Curitiba, v.1, p.1-12, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA ENERGÉTICA (EPE). **Papel da biomassa na expansão da geração de energia elétrica**. Documento de apoio ao PNE 2050. Brasília: EPE, 2018.
- IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Paraná em perspectiva**. Curitiba: IPARDES, 2019.
- MORAES, R. F. Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. **Texto para discussão-IPEA**, n.2506, Brasília: IPEA, 2019.
- NOJIMA, D. Considerações sobre a produtividade da economia paranaense. **Revista Paranaense de Desenvolvimento (RPD)**, Curitiba, v.43, n.143, 2022. Disponível em: <https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/1253>. Acesso em: 25 abr. 2023.
- SEEG - Sistema de Estimativa de Emissão de Gases. **Nota Metodológica do Setor Agropecuário**, março 2022.
- SEEG - Sistema de Estimativa de Emissão de Gases. **Nota Metodológica do Setor Energia**, junho 2022.
- SEEG - Sistema de Estimativa de Emissão de Gases. **Nota Metodológica do Setor Mudanças de uso da terra e florestas**, 2022.
- SEEG - Sistema de Estimativa de Emissão de Gases. **Nota Metodológica Processos Industriais e Usos de Produtos**, 2022.